

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Tihana Zajec**

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Tihana Zajec

Zagreb, 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Goranu Đukiću što mi je pružio stručnu pomoć tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se svim djelatnicima tvrtke Pekom d.o.o, posebno direktoru Ivici Hršaku što mi je omogućio rad u tvrtki i pristup svim potrebnim podacima.

Zahvaljujem svojoj obitelji na njihovoj potpori koju su mi pružili kroz studij.

Tihana Zajec



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Tihana Zajec** Mat. br.: 0035177441

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Usmjeravanje vozila u distribuciji pekarskih proizvoda**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Vehicle routing in distribution of bakery products**

Opis zadatka:

U procesu distribucije pekarskih proizvoda koristi se veći broj dostavnih vozila za distribuciju gotovih proizvoda velikom broju korisnika. Usmjeravanje vozila (određivanje njihovih ruta vožnji) s ciljem optimizacije istih može rezultirati smanjenjem ukupnog prijeđenog puta i smanjenjem ukupnog vremena vožnje, a posljedično s time i značajnim uštedama u troškovima goriva i rada vozača.

U radu je potrebno:

- Dati opis poduzeća Pekom d.o.o. Krapina.
- Detaljno prikazati njihov proces distribucije gotovih proizvoda (trenutno stanje popraćeno linijama svih vozila sa izmjerenim duljinama vožnje).
- Prezentirati optimizacijske probleme putujućeg trgovca (TSP) i usmjeravanja vozila (VRP), sa kraćim pregledom algoritama rješavanja.
- Primjenom odabranog TSP algoritma provesti određenja ruta dostavnih vozila za postojeće podatke.
- Temeljem rezultata predložiti eventualne promjene postojećih ruta.
- U slučaju preklapanja ruta više vozila na nekom užem geografskom području razmotriti primjenu VRP algoritama za definiranje novih ruta vozila.

Zadatak zadan:

24. rujna 2015.

Zadatak zadao:

*A. Đukić*

Izv. prof. dr. sc. Goran Đukić

Rok predaje rada:

26. studenog 2015.

Predviđeni datum obrane:

2., 3. i 4. prosinca 2015.

Predsjednik Povjerenstva:

*F. Cajner*

Prof. dr. sc. Franjo Cajner



## SADRŽAJ

POPIS SLIKA .....	IV
POPIS TABLICA.....	VIII
SAŽETAK.....	XII
1. UVOD.....	1
2. PEKOM D.O.O. KRAPINA.....	2
2.1 Proces proizvodnje pekarskih proizvoda.....	4
2.2 Proces distribucije pekarskih proizvoda.....	9
3. Optimizacija u transportnim mrežama.....	10
3.1 Problem usmjeravanja vozila .....	11
3.2 Problem putujućeg trgovca.....	12
4. Analiza linija dostave poduzeća Pekom d.o.o. ....	18
4.1 Prikaz postojećih linija .....	18
4.1.1 Linija Putkovec .....	18
4.1.2 Linija Đurmanec.....	22
4.1.3 Linija Jesenje.....	25
4.1.4 Linija Krapina jug .....	28
4.1.5 Linija Radoboj.....	35
4.1.6 .Linija Pregrada .....	37
4.1.7 Linija Radoboj, Mihovljan, Macelj .....	40
4.1.8 Linija Krapinske Toplice.....	44
4.1.9 Linija Krapina .....	48
4.1.10 Linija Sveti Križ Začretje.....	52
4.1.11 Linija Desinić .....	55
4.1.12 Linija Krapina prodaja .....	58
4.1.13 Linije nedjeljom .....	61
4.1.13.1 Linija Putkovec, Sveti Križ Začretje .....	61
4.1.13.2 Linija Krapina, Krapina Jug .....	63

4.1.13.3 Linija Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada .....	67
4.1.13.4 Linija Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice .....	70
4.1.13.5 Linija Radoboj, Mihovljan .....	73
4.1.13.6 Linija Đurmanec.....	76
4.2 Poboljšanja linija dostava.....	78
4.2.1 Linija Putkovec .....	79
4.2.1.1 Prvi dio rute .....	79
4.2.1.2 Drugi dio rute .....	87
4.2.2 Linija Đurmanec.....	99
4.2.3 Linija Jesenje.....	105
4.2.4 Linija Krapina jug .....	111
4.2.4.1 Krapina jug – prvi dio .....	111
4.2.4.2 Krapina jug – drugi dio .....	113
4.2.4.3 Krapina jug – treći dio.....	118
4.2.4.4 Krapina jug – četvrti dio.....	120
4.2.5 Linija Radoboj.....	127
4.2.6 Linija Pregrada .....	132
4.2.7 Linija Radoboj, Mihovljan, Macelj .....	137
4.2.7.1 Prvi dio rute .....	137
4.2.7.2 Drugi dio rute .....	139
4.2.8 Linija Krapinske toplice .....	143
4.2.8.1 Krapinske Toplice – prvi dio rute .....	143
4.2.8.2 Krapinske Toplice – drugi dio rute .....	147
4.2.9 Linija Krapina .....	150
4.2.10 Linija Sv. Križ Začretje.....	159
4.2.11 Linija Desinić .....	165
4.2.12 Krapina prodaja .....	168
4.2.13 Linije nedjeljom .....	171
4.2.13.1 Linija Putkovec, Sv. Križ Začretje .....	171
4.2.13.2 Linija Krapina, Krapina jug .....	178
4.2.13.3 Linija Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada .....	187
4.2.13.4 Linija Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice .....	192

---

4.2.13.5 Linija Radoboj, Mihovljan .....	196
4.2.13.6 Linija Đurmanec.....	202
4.3 Prijedlog poboljšanja linija dostave .....	205
4.4 Poboljšanje promjenama lokacija po linijama dostave .....	208
4.4.1 Spajanje linija Putkovec – drugi dio i Đurmanec.....	209
4.4.2 Spajanje linija Krapinske Toplice – prvi dio i Desinić .....	217
4.4.3 Spajanje linija Krapinske Toplice – drugi dio i Krapina prodaja.....	224
4.4.4 Spajanje linija Krapina jug – treći dio i Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio..	231
4.5 Proračun troškova.....	235
5. ZAKLJUČAK.....	237
LITERATURA.....	238
PRILOZI.....	239

## POPIS SLIKA

Slika 1 Logo poduzeća [3] .....	2
Slika 2 Organizacijska struktura poduzeća [2] .....	3
Slika 3 Mjesilica [5] .....	4
Slika 4 Djelilica [2] .....	5
Slika 5 Stroj za okruglo oblikovanje [7] .....	5
Slika 6 Intermedijarna komora [2] .....	6
Slika 7 Frkalica [9] .....	7
Slika 8 Peć i komora za završnu fermentaciju [5] .....	8
Slika 9 Peć za sušenje [2] .....	8
Slika 10 Lokacija poduzeća – Ulica Ivana Rendića 13, Krapina .....	9
Slika 11 Algoritam najbližeg susjeda .....	13
Slika 12 Pohlepna heuristika .....	14
Slika 13 Algoritam umetanja najbližeg .....	16
Slika 14 Linija Putkovec - prvi dio rute .....	20
Slika 15 Linija Putkovec - drugi dio rute .....	21
Slika 16 Linija Đurmanec .....	24
Slika 17 Linija Jesenje .....	27
Slika 18 Linija Krapina jug - prvi dio .....	29
Slika 19 Linija Krapina jug – drugi dio ( do Jedinstva) .....	30
Slika 20 Linija Krapina jug – drugi dio ( od Jedinstva) .....	31
Slika 21 Linija Krapina jug - treći dio .....	32
Slika 22 Linija Krapina jug – do Poslona .....	33
Slika 23 Linija Krapina jug - četvrti dio .....	34
Slika 24 Krapina jug – Pekom trgovine unutar grada .....	34
Slika 25 Linija Radoboj .....	36
Slika 26 Linija Pregrada .....	38
Slika 27 Linija Pregrada - lokacije unutar grada .....	39
Slika 28 Linija Radoboj, Mihovljan, Macelj - prvi dio .....	41
Slika 29 Radoboj, Mihovljan, Macelj - drugi dio .....	42
Slika 30 Radoboj, Mihovljan, Macelj – uzimanje sanduka .....	43

Slika 31 Linija Krapinske Toplice – prvi dio .....	45
Slika 32 Linija Krapinske Toplice - lokacije unutar grada .....	46
Slika 33 Linija Krapinske Toplice – drugi dio .....	47
Slika 34 Linija Krapina – do Tklaci .....	50
Slika 35 Linija Krapina - od Tkalci.....	51
Slika 36 Linija Sveti Križ Začretje.....	54
Slika 37 Linija Desinić .....	57
Slika 38 Linija Krapina - prodaja .....	59
Slika 39 Linija Putkovec i Sv. Križ Začretje.....	62
Slika 40 Linija Krapina, Krapina Jug .....	64
Slika 41 Linija Krapina, Krapina Jug – Strahinjčica, Konzum i Poslon.....	65
Slika 42 Linija Krapina, Krapina Jug - uzimanje sanduka po trgovinama .....	66
Slika 43 Linija Desinić, Krapinske Toplice i Pregrada .....	69
Slika 44 Linija Krapina, Jesenje, Kr. Toplice – do Tkalci .....	71
Slika 45 Linija Krapina, Jesenje, Kr. Toplice – od Tkalci .....	72
Slika 46 Linija Radoboj, Mihovljan .....	75
Slika 47 Linija Krapina, Đurmanec.....	77
Slika 48 Početne rute.....	82
Slika 49 Prvi korak .....	83
Slika 50 Drugi korak .....	83
Slika 51 Treći korak .....	84
Slika 52 Četvrti korak .....	85
Slika 53 Dobivena ruta – prvi dio .....	86
Slika 54 Računanje ušteda pomoću Excel-a .....	87
Slika 55 Formiranje početnih ruta.....	91
Slika 56 Dodavanje rute Putkovec - Prigorje .....	92
Slika 57 Dodavanje rute Trgovina Nenad – Prigorje .....	93
Slika 58 Dodavanje rute Trgovina Nenad – Goričanovec.....	94
Slika 59 Dodavanje rute „Kod Žarka“ – Putkovec .....	95
Slika 60 Dodavanje rute „Kod Žarka“ – Jezerišće .....	95
Slika 61 Dodavanje rute OŠ Đurmanec - Jezerišće.....	96

Slika 62 Dodavanje rute OŠ Đurmanec – Donji Macelj .....	96
Slika 63 Dodavanje rute Donji Macelj – Đurmanec (Konzum).....	97
Slika 64 Dodavanje rute Đurmanec (Konzum) – Podgora Krapinska .....	97
Slika 65 Nova ruta – drugi dio .....	98
Slika 66 Linija Đurmanec – nova ruta .....	104
Slika 67 Linija Jesenje – nova ruta.....	110
Slika 68 Krapina jug – prvi dio, nova ruta .....	112
Slika 69 Krapina jug – nova ruta, drugi dio (do Jedinstva).....	117
Slika 70 Krapina jug – nova ruta, drugi dio (od Jedinstva).....	117
Slika 71 Krapina jug – treći dio, nova ruta .....	119
Slika 72 Krapina jug – četvrti dio, lokacije unutar grada.....	126
Slika 73 Linija Radoboj – nova ruta.....	131
Slika 74 Linija Pregrada – nova ruta.....	136
Slika 75 Pregrada – lokacije unutar grada.....	136
Slika 76 Prvi dio nove rute – Radoboj, Mihovljan, Macelj.....	139
Slika 77 Nova ruta – Radoboj, Mihovljan, Macelj .....	142
Slika 78 Uzimanje sanduka – Radoboj, Mihovljan, Macelj.....	142
Slika 79 Nova ruta – Krapinske Toplice, prvi dio.....	146
Slika 80 Krapinske Toplice – lokacije unutar grada, nova ruta .....	147
Slika 81 Krapinske Toplice – drugi dio rute .....	149
Slika 82 Nova ruta – Krapina, dostava.....	157
Slika 83 Nova ruta – Krapina, prodaja .....	158
Slika 84 Nova ruta – Sv. Križ Začretje .....	164
Slika 85 Nova ruta - Desinić .....	167
Slika 86 Nova ruta – Krapina prodaja.....	170
Slika 87 Nova ruta – Sv. Križ Začretje i Putkovec .....	176
Slika 88 Nova ruta – Krapina, do lokacije Petrovsko .....	184
Slika 89 Nova ruta – Krapina od lokacije Petrovsko .....	185
Slika 90 Nova ruta – Krapina, uzimanje sanduka po trgovinama .....	186
Slika 91 Nova ruta – Desinić, Krapinske Toplice i Pregrada.....	191
Slika 92 Nova ruta – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice.....	195
Slika 93 Nova ruta – Radoboj, Mihovljan.....	201

---

Slika 94 Nova ruta – Krapina, Đurmanec .....	204
Slika 95 Putkovec, Đurmanec - dostava.....	215
Slika 96 Putkovec, Đurmanec - prodaja.....	215
Slika 97 Putkovec, Đurmanec – uzimanje sanduka po trgovinama .....	216
Slika 98 Krapinske Toplice, Desinić.....	223
Slika 99 Krapinske Toplice, Krapina .....	230
Slika 100 Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj .....	234

## POPIS TABLICA

Tablica 1 Matrica udaljenosti .....	13
Tablica 2 Prikaz linije Putkovec.....	18
Tablica 3 Prikaz linije Đurmanec.....	22
Tablica 4 Prikaz linije Jesenje .....	25
Tablica 5 Prikaz linije Krapina jug .....	28
Tablica 6 Prikaz linije Radoboj.....	35
Tablica 7 Prikaz linije Pregrada .....	37
Tablica 8 Prikaz linije Radoboj, Mihovljan, Macelj .....	40
Tablica 9 Prikaz linije Krapinske Toplice .....	44
Tablica 10 Prikaz linije Krapina.....	48
Tablica 11 Prikaz linije Sv. Križ Začretje .....	52
Tablica 12 Prikaz linije Desinić .....	55
Tablica 13 Prikaz linije Krapina prodaja.....	58
Tablica 14 Pregled linija .....	60
Tablica 15 Prikaz linije Putkovec, Sv. Križ Začretje .....	61
Tablica 16 Prikaz linije Krapina, Krapina Jug .....	63
Tablica 17 Prikaz linije Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada .....	67
Tablica 18 Prikaz linije Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice .....	70
Tablica 19 Prikaz linije Radoboj, Mihovljan .....	73
Tablica 20 Prikaz linije Đurmanec .....	76
Tablica 21 Matrica udaljenosti (prvi dio).....	79
Tablica 22 Vremenska matrica (prvi dio) .....	79
Tablica 23 Matrica ušteda (prvi dio) .....	81
Tablica 24 Matrica udaljenosti (drugi dio).....	88
Tablica 25 Vremenska matrica (drugi dio) .....	89
Tablica 26 Matrica ušteda (drugi dio) .....	90
Tablica 27 Matrica udaljenosti – Đurmanec .....	100
Tablica 28 Vremenska matrica - Đurmanec .....	101
Tablica 29 Matrica ušteda - Đurmanec .....	102



Tablica 30 Matrica udaljenosti - Jesenje .....	106
Tablica 31 Vremenska matrica - Jesenje .....	107
Tablica 32 Matrica ušteda - Jesenje .....	108
Tablica 33 Matrica udaljenosti – Krapina jug, prvi dio .....	111
Tablica 34 Vremenska matrica – Krapina jug, prvi dio .....	111
Tablica 35 Matrica ušteda – Krapina jug, prvi dio .....	111
Tablica 36 Matrica udaljenosti – Krapina jug, drugi dio .....	113
Tablica 37 Vremenska matrica – Krapina jug, drugi dio .....	114
Tablica 38 Matrica ušteda – Krapina jug, drugi dio .....	115
Tablica 39 Matrica udaljenosti – Krapina jug, treći dio .....	118
Tablica 40 Vremenska matrica – Krapina jug, treći dio .....	118
Tablica 41 Matrica ušteda – Krapina jug, treći dio .....	118
Tablica 42 Matrica udaljenosti – Krapina jug, četvrti dio .....	120
Tablica 43 Vremenska matrica – Krapina jug, četvrti dio .....	121
Tablica 44 Matrica ušteda – Krapina jug, četvrti dio .....	122
Tablica 45 Matrica udaljenosti 2 – Krapina jug, četvrti dio .....	123
Tablica 46 Vremenska matrica 2 – Krapina jug, četvrti dio .....	123
Tablica 47 Matrica ušteda 2 – Krapina jug, četvrti dio .....	124
Tablica 48 Matrica udaljenosti – Radoboj .....	127
Tablica 49 Vremenska matrica - Radoboj .....	128
Tablica 50 Matrica ušteda – Radoboj .....	129
Tablica 51 Matrica udaljenosti – Pregrada .....	132
Tablica 52 Vremenska matrica – Pregrada .....	133
Tablica 53 Matrica ušteda – Pregrada .....	134
Tablica 54 Matrica udaljenosti – Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio .....	137
Tablica 55 Vremenska matrica – Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio .....	137
Tablica 56 Matrica ušteda – Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio .....	138
Tablica 57 Matrica udaljenosti - Radoboj, Mihovljan, Macelj – drugi dio .....	139
Tablica 58 Vremenska matrica - Radoboj, Mihovljan, Macelj – drugi dio .....	140
Tablica 59 Matrica ušteda - Radoboj, Mihovljan, Macelj – drugi dio .....	140
Tablica 60 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, prvi dio .....	143
Tablica 61 Vremenska matrica Krapinske Toplice, prvi dio .....	143

Tablica 62 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, prvi dio .....	144
Tablica 63 Matrica udaljenosti – Krapinske Toplice, drugi dio .....	147
Tablica 64 Vremenska matrica – Krapinske Toplice, drugi dio .....	148
Tablica 65 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, drugi dio .....	148
Tablica 66 Matrica udaljenosti – Krapina .....	150
Tablica 67 Matrica udaljenosti 2 - Krapina .....	151
Tablica 68 Vremenska matrica - Krapina .....	152
Tablica 69 Matrica ušteda - Krapina .....	153
Tablica 70 Vremenska matrica 2 – Krapina .....	154
Tablica 71 Matrica ušteda 2 – Krapina .....	155
Tablica 72 Matrica udaljenosti – Sv. Križ Začretje .....	159
Tablica 73 Vremenska matrica – Sv. Križ Začretje .....	160
Tablica 74 Matrica ušteda – Sv. Križ Začretje .....	161
Tablica 75 Matrica udaljenosti - Desinić .....	165
Tablica 76 Vremenska matrica - Desinić .....	165
Tablica 77 Matrica ušteda - Desinić .....	166
Tablica 78 Matrica udaljenosti – Krapina prodaja .....	168
Tablica 79 vremenska matrica – Krapina prodaja .....	168
Tablica 80 Matrica ušteda – Krapina prodaja .....	169
Tablica 81 Matrica udaljenosti – Putkovec, Sv. Križ Začretje .....	171
Tablica 82 Vremenska matrica – Putkovec, Sv. Križ Začretje .....	172
Tablica 83 Matrica ušteda – Putkovec, Sv. Križ Začretje .....	173
Tablica 84 Matrica udaljenosti - Krapina, Krapina jug .....	178
Tablica 85 Vremenska matrica – Krapina, Krapina jug .....	179
Tablica 86 Matrica ušteda – Krapina, Krapina jug .....	180
Tablica 87 Matrica udaljenosti 2 – Krapina, Krapina jug .....	181
Tablica 88 Vremenska matrica 2 - Krapina, Krapina jug .....	181
Tablica 89 Matrica ušteda 2 – Krapina, Krapina jug .....	182
Tablica 90 Matrica udaljenosti – Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada .....	187
Tablica 91 Vremenska matrica – Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada .....	188
Tablica 92 Matrica ušteda – Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada .....	189
Tablica 93 Matrica udaljenosti – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice .....	192

Tablica 94 Vremenska matrica – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice.....	192
Tablica 95 Matrica ušteda – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice .....	193
Tablica 96 Matrica udaljenosti 2 – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice.....	193
Tablica 97 Vremenska matrica 2 – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice.....	194
Tablica 98 Matrica ušteda 2 – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice .....	194
Tablica 99 Matrica udaljenosti – Radoboj, Mihovljan.....	196
Tablica 100 Vremenska matrica – Radoboj, Mihovljan .....	197
Tablica 101 Matrica ušteda – Radoboj, Mihovljan .....	198
Tablica 102 Matrica udaljenosti – Đurmanec .....	202
Tablica 103 Vremenska matrica – Đurmanec .....	202
Tablica 104 Matrica ušteda – Đurmanec.....	203
Tablica 105 Usporedba.....	205
Tablica 106 Usporedba – linije nedjeljom .....	206
Tablica 107 Matrica udaljenosti – Putkovec, Đurmanec .....	209
Tablica 108 Vremenska matrica – Putkovec, Đurmanec .....	210
Tablica 109 Matrica ušteda – Putkovec, Đurmanec.....	210
Tablica 110 Matrica udaljenosti za prodaju – Putkovec, Đurmanec.....	211
Tablica 111 Vremenska matrica za prodaju – Putkovec, Đurmanec .....	212
Tablica 112 Matrica ušteda za prodaju – Putkovec, Đurmanec .....	213
Tablica 113 Matrica udaljenosti – Krapinske Toplice, Desinić .....	217
Tablica 114 Vremenska matrica – Krapinske Toplice, Desinić.....	219
Tablica 115 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, Desinić .....	220
Tablica 116 Matrica udaljenosti – Krapinske Toplice, Krapina prodaja .....	224
Tablica 117 Vremenska matrica – Krapinske Toplice, Krapina prodaja .....	225
Tablica 118 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, Krapina prodaja.....	227
Tablica 119 Matrica udaljenosti – Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj .....	231
Tablica 120 Vremenska matrica – Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj .....	232
Tablica 121 Matrica ušteda – Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj.....	232
Tablica 122 Usporedba novih i starih ruta .....	235

## SAŽETAK

U ovom radu biti će prikazan proces distribucije pekarskih proizvoda poduzeća Pekom d.o.o. Poduzeće ima nekoliko linija dostave koje je potrebno prikazati i analizirati, te predložiti poboljšanja s obzirom na rezultate. U radu će biti opisani problemi usmjeravanja vozila i problem trgovačkog putnika koji se vrlo često pojavljuju u transportnim mrežama.

Cilj rada je primjenom odabranog algoritma ušteda za rješavanje problema trgovačkog putnika dobiti poboljšanja linija i kroz usporedbu s početnim linijama predložiti promjene. Linije ćemo dodatno pokušati poboljšati provedbom spajanja određenih linija ovisno o rasporedu lokacija i samim udaljenostima između lokacija.

Ključne riječi: trgovački putnik, usmjeravanje vozila, optimizacija, Clark i Wright

## 1. UVOD

Kada govorimo o pekarstvu i pekarskim proizvodima većina ljudi pomisli na poznate pekare poput Dubravice, Pan Peka i Mlinara, ali na području Krapinsko – Zagorske županije taj status ima pekara Pekom d.o.o. Krapina. Pekom d.o.o. ima vlastite trgovine, ali velik dio njihove snage leži u dostavi proizvoda po raznim trgovinama poput Konzuma, kao i prodaja po manjim mjestima. Povijest ove pekare, njezin nastanak, procesi u proizvodnji kao i pekarski strojevi biti će opisani u sljedećem poglavlju. Nakon opisa poduzeća ukratko ćemo prikazati i opisati proces distribucije pekarskih proizvoda ovog poduzeća.

Općenito kod transporta čest je problem usmjeravanja transportnih vozila. Interes je pronaći redoslijed posjećivanja određenog broja lokacija krenuvši od početne lokacije, takav da je isti okarakteriziran minimalnim ukupnim troškovima. Vrlo često se vozilo nakon obavljene rute treba vratiti na početnu lokaciju [1]. U ovom slučaju kod svih linija imamo početnu lokaciju, te se vozilo vraća u početnu lokaciju, kod nekih linija i više nego jednom, tj. postoji više manjih ruta unutar jedne linije. Ovaj problem poznat je pod nazivom *problem putujućeg trgovca*. Cilj je pronaći optimalnu rutu kroz skup lokacija, na način da se svaka lokacija posjeti jedanput i isključivo jedanput, te se vrati na početnu lokaciju [1]. Iz tog razloga prije nego krenemo u analizu samih linija u trećem poglavlju opisati ćemo problem putujućeg trgovca i problem usmjeravanja vozila, te algoritme koji se koriste pri rješavanju ovih problema.

U četvrtom poglavlju, bavit ćemo se analizom linija dostava. Na samom početku poglavlja prikazati ćemo svaku liniju, odrediti duljinu svake rute i vrijeme potrebno vozilu da obiđe sve lokacije unutar jedne rute. Kada imamo potpuni prikaz svih linija možemo provesti odabrani algoritma za rješavanje problema putujućeg trgovca te usporediti dobivene rezultate sa postojećim. Za određivanje samih udaljenosti između pojedinih lokacija i vremena potrebnih vozilu da prijeđe određenu udaljenost koristit ćemo Google karte.

Na samom kraju rada, ovisno o dobivenim rezultatima, predložiti ćemo moguća poboljšanja određenih linija, i ako u linijama ima nekih preklapanja lokacija, tj. lokacije se nalaze na istom području ili se ponavljaju, napraviti ćemo spajanja linija kako bi pokušali dodatno poboljšati linije i stvoriti nove uštede, ako spajanja budu uspješna.

## 2. PEKOM D.O.O. KRAPINA

Gradska pekara Pekom jedno je od nekoliko poduzeća koja su u većinskom vlasništvu Grada Krapine, a nastalo je izdvajanjem iz Komunalnog poduzeća Krapina. Pekarstvo u Krapini ima dugu tradiciju, a u ovom slučaju sve je počelo 1950. g. kada su u sastav tadašnjeg Obrtničkog poduzeća "Jedinstvo" Krapina udružene dvije obrtničke pekare Franje Benca i Ivana Kozine, a u sustav Komunalnog poduzeća uključuju se 1959. g. Proizvodnja se odvijala na obrtnički način sve do 1964. g. kada se u rad pušta novi pogon u kojem se radi i danas, naravno uz određene nadogradnje i modernizaciju.

Kapaciteti su ubrzo, zbog širenja grada, postali premali, pa je 1968. pogon pekare rekonstruiran i proširen. Ugrađene su dvije poluautomatske peći kapaciteta 600 kg na sat za jednu peć, čime je znatno uvećana mogućnost dnevne proizvodnje. Paralelno s mehanizacijom teklo je i proširenje asortimana kruha i peciva, a počeli su se uvoditi i novi programi kao što su proizvodnja mlinaca, krafni i drugih srodnih proizvoda. Vrhunac proizvodnje dostiže se u kasnim osamdesetim godinama kada se proizvodilo 25 tona pekarskih proizvoda dnevno. Zbog toga je 1987. kupljena treća poluautomatska peć, kapaciteta 600 kg na sat. Do 1990. to je jedino pekarsko poduzeće na širem sjeverozapadnom dijelu Hrvatskog zagorja i jugoistočnog dijela Slovenije koje opskrbljuje kruhom i pecivom sve tadašnje trgovine.

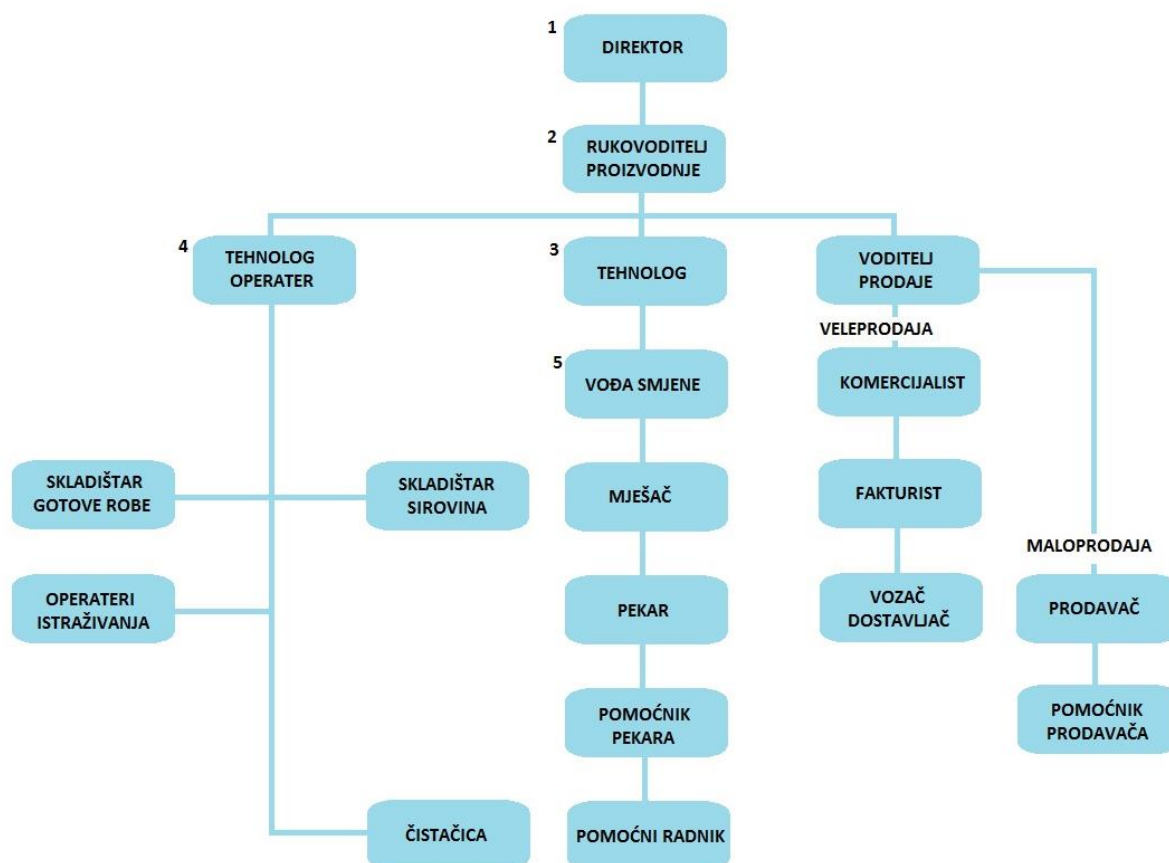


Slika 1 Logo poduzeća [3]

Sadašnje poduzeće Pekom d.o.o. Krapina počinje samostalno poslovati 01. ožujka 1992. godine. Najznačajnije tržište na kojem se prodaju Pekom-ovi proizvodi su Krapina, Pregrada, Sveti Križ Začretje, Krapinske Toplice, Mihovljan i druga manja mjesta. Na području Krapinsko – Zagorske županije njihova kvaliteta je prepoznatljiva. Pekom-ov zaštitni znak su stalni nadzor nad zdravstvenom ispravnošću gotovog proizvoda i inzistiranje

na korištenju repromaterijala prirodnog porijekla, te domaće recepture proizvoda prilagođene industrijskoj proizvodnji. Pekom ima sedam vlastitih trgovina: četiri u Krapini, jednu u Zaboku, u Žutnici, te u Pregradi. Kroz vlastite trgovine uspijevaju na tržište plasirati 20% ukupne proizvodnje.

U Pekom d.o.o. je uveden certifikat ISO 9001 te HACCP – sustav upravljanja kvalitetom čime su zadovoljene osnovne pretpostavke daljnjeg opstanka poduzeća na sve zahtjevnijem tržištu pekarskih proizvoda. U dugovječnom razvoju poduzeća, planira se preseljenje proizvodnog pogona s postojeće lokacije u industrijsku zonu gdje bi se u suvremeno izgrađenom prostoru instalirala suvremena pekarska oprema pomoću koje bi se napravio novi iskorak u ponudi pekarskih proizvoda.



Slika 2 Organizacijska struktura poduzeća [2]

## 2.1 Proces proizvodnje pekarskih proizvoda

Poduzeće Pekom d.o.o. ima 8 glavnih procesa u proizvodnji pekarskih proizvoda a to su:

- 1) Proizvodnja kruha
- 2) Proizvodnja peciva
- 3) Proizvodnja lisnatog tijesta
- 4) Proizvodnja bureka
- 5) Proizvodnja krafni
- 6) Proizvodnja keksa
- 7) Proizvodnja krušnih mrvica
- 8) Prodaja i otprema

Sam proces proizvodnje prikazat ćemo na primjeru proizvodnje kruha, od miješanja tijesta do gotovog proizvoda. Proces započinje miješanjem potrebnih sastojaka (brašno, voda, kvasac i drugi sastojci) u spiralnoj mjesilici. Spiralna mjesilica ima dvije brzine te se na početku tijesto mijesi u prvoj brzini oko dvije minute, a zatim još u drugoj brzini šest do osam minuta.



Slika 3 Mjesilica [5]



Nakon što je tijesto gotovo ide u djelilicu, gdje se tijesto dijeli na manje komade određene mase. S djelilice tijesto je potrebno oblikovati. Oblikovanje se vrši na stroju za oblikovanje u obliku konusa (stošca). Okretanjem konusa komadi tijesta se podižu uz uzvojniciu i na taj način se formiraju kugle tijesta. Kako ne bi došlo do lijepljenja tijesta, radne površine su plastificirane i grijane toplim zrakom.



**Slika 4 Djelilica [2]**



**Slika 5 Stroj za okruglo oblikovanje [7]**

Tijesto je u procesu dijeljenja i oblikovanja izloženo mehaničkim silama koje u tijestu stvaraju određenu napetost koja uzrokuje da tijesto postaje čvrsto i neelastično. Takvo tijesto se ne može odmah oblikovati u dugoljaste oblike (štruce) kruha. Tijesto treba odmarati 6 - 20 minuta. Optimalna relativna vlažnost zraka u prostoriji treba biti 75%, a temperatura 28 - 30 °C. Odmaranje tijesta se odvija u intermedijarnim komorama. Pomoću lanaca i lančanika pokreću se košarice u obliku gnijezda u kojima se nalaze kugle tijesta. Komora se puni pomoću uređaja za punjenje, koji preuzima okruglo oblikovane komade tijesta iz uređaja za okruglo oblikovanje i puni ih u košarice komore.



**Slika 6 Intermedijarna komora [2]**

Sada slijedi dugoljasto oblikovanje tijesta koje se sastoji od:

- valjanja tijesta u pogaču (između dva para valjaka),
- savijanja tijesta u oblik cilindra (između dva platna),
- i zatvaranja šava na tijestu

Stroj na kojem se radi dugoljasto oblikovanje tijesta zove se frkalica.



**Slika 7 Frkalica [9]**

Kada je tijesto oblikovano u konačni izgled slijedi završna fermentacija tijesta. Poroznost kruha prije završne fermentacije nije dovoljna te bi prijenos topline kroz tijesto tijekom pečenja bio loš, kora bi izgorjela, a sredina bi ostala sirova i ljepljiva. Optimalna temperatura fermentacije odgovara optimalnoj temperaturi djelovanja kvasca (32 - 40 °C), a optimalna relativna vlažnost zraka u fermentacijskoj komori iznosi 70 – 90 °C. Vrijeme završne fermentacije tijesta je 40 – 70 minuta.

Na samom kraju slijedi pečenje. Temperatura pečenja ovisi o tipu brašna i vrsti proizvoda. Temperatura za pečenje kruha mase 1000 g je 220 – 250 °C, dok je za peciva 230 °C. Na vrijeme pečenja utječe temperatura pečenja, svojstva brašna, tvrdoća tijesta, stupanj poroznosti tijesta, veličina, oblik i vrsta proizvoda, te željena boja i debljina kore.



**Slika 8 Peć i komora za završnu fermentaciju [5]**

Kod ostalih procesa strojevi koji se koriste su isti ali uz neke razlike. Kod proizvodnje peciva koriste se mjesilica, djelilica i frkalica, a oblikovanje je ručno. Za proizvodnju lisnatog tijesta također se koriste mjesilica i djelilica, i laminator ( dva valjka za valjanje tijesta), a oblikovanje je kao i kod peciva ručno. Jedini procesi koji su različiti su procesi izrade keksa i krušnih mrvica. Kod izrade keksa koristi se stroj za izradu keksa, dok se kod krušnih mrvica koristi rezačica kruha, stroj za mljevenje mrvica i peć za sušenje.

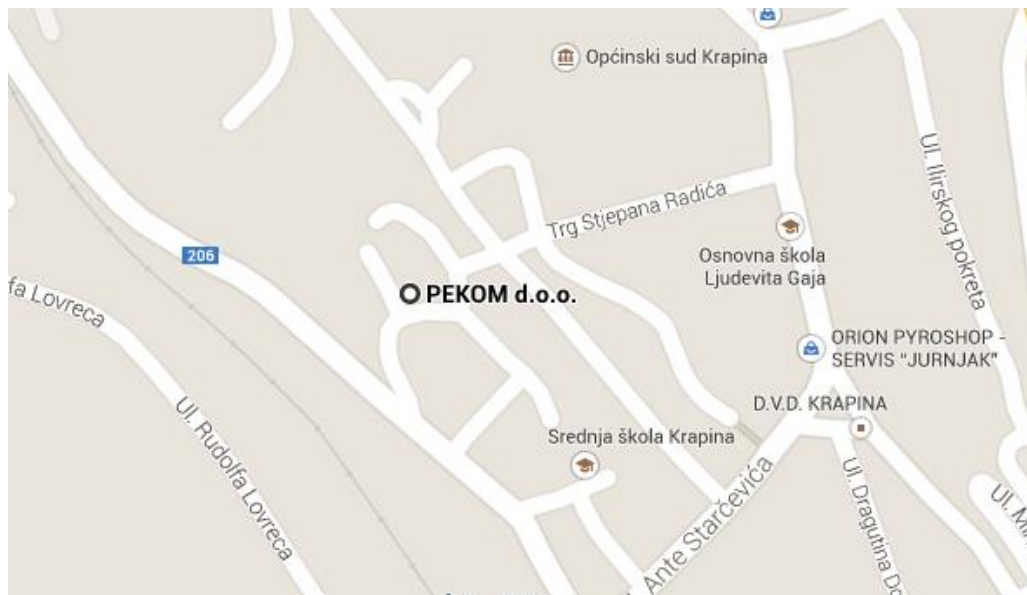


**Slika 9 Peć za sušenje [2]**

## 2.2 Proces distribucije pekarskih proizvoda

Poduzeće Pekom ima 12 linija dostave, koje su iste od ponedjeljka do subote, a jedina je razlika u nedjelju kada su linije skraćene i ima ih samo šest. Linije se sastoje od dostave i prodaje. Dostava i prodaja različite su u određenim linijama. Neke linije podijeljene su u dva dijela, na način da se prvo obavlja dostava te se vozilo vraća u pekaru na utovar i zatim kreće prodaja po određenim lokacijama. U nekim linijama vozilo se između dostave i prodaje ne vraća u pekaru nego nastavlja s prodajom nakon što posjeti sve lokacija vezane uz dostavu. Iznimka od ova dva slučaja je linija Krapina koja se jedina sastoji samo od dostave i u toj liniji se vozilo vraća u pekaru tri puta. Sve linije detaljno će biti prikazane u četvrtom poglavlju.

Poduzeće ukupno ima dvanaest vozila, po jedno za svaku liniju. Sve lokacije nalaze se na području Krapinsko – zagorske županije, a nekoliko njih u Varaždinskoj županiji ( Bednja, Cvetlin, Šinkovica, Šaša, Vrbno). Svaka linija ima početnu lokaciju, a to je adresa same pekare gdje se nalazi i pogon (slika 10).



**Slika 10 Lokacija poduzeća – Ulica Ivana Rendića 13, Krapina**

### 3. Optimizacija u transportnim mrežama

U današnjem svijetu sve je više bitna optimizacija, kako u proizvodnji tako i u transportnim sustavima, jer uz to što proizvodi (usluge) trebaju biti kvalitetni, potrebno ih je na najbrži mogući način i uz minimalne troškove dostaviti kupcu. Transport i pravilno planiranje logističkih operacija mogu biti bitan faktor za prednost na tržištu. Možemo reći da se optimizacijom u transportnim mrežama želi se postići da roba ili usluge budu dostavljene kupcu u što kraćem vremenu i uz minimalne troškove. Sama optimizacija transportnih mreža poznata je kao težak i kompleksan problem za rješavanje, te su problemi na transportnim mrežama definirani kao NP – teški problemi (engl. non – polynomial).

Jedan od glavnih problema u transportu je problem usmjeravanja vozila (eng. vehicle routing problem, VRP), gdje je potrebno odrediti rute za skup vozila uz zadana ograničenja koja se moraju poštivati. Ograničenja mogu biti vezana uz kapacitet, vrijeme dostave (prikupljanja), duljinu rute, broj lokacija itd. Najpoznatiji problem usmjeravanja vozila je problem trgovačkog putnika kojeg smo spomenuli u prvom poglavlju, te ćemo ga u ovom poglavlju detaljnije opisati. Postoji nekoliko metoda za rješavanje ovih problema: egzaktne metode, heuristički algoritmi i metaheurističke metode.

Od spomenutih metoda za rješavanje VRP-a i problema trgovačkog putnika najčešće se koriste heuristički algoritmi. To su algoritmi koji se temelje na iskustvu i njima se želi na brz i jednostavan način pronaći dovoljno dobro rješenje. Neke od najpoznatijih heurističkih algoritama opisat ćemo u ovom poglavlju. Za razliku od heurističkih algoritama egzaktne metode pronalaze optimalno rješenje, ali su ograničene u praktičnoj primjeni na probleme s manjim brojem vrhova (lokacija koje treba posjetiti) zbog kompleksnosti samog problema. Metaheuristike su iterativne procedure rješavanja kombinatornih optimizacijskih problema. Bitno svojstvo metaheuristika je da koriste neku strategiju pronalaska globalnog optimuma. Ove metode, kao i heurističke, ne daju garanciju pronalaska optimalnog rješenja, ali se zadovoljavajuća rješenja mogu pronaći relativno brzo.

### 3.1 Problem usmjeravanja vozila

Problem usmjeravanja vozila (vehicle routing problem, VRP) je općenito ime za cijeli skup problema u kojima je potrebno odrediti skup ruta flote vozila koja su smještena na jednom ili više polazišta za posjećivanje određenog broja geografski disperziranih lokacija (gradova, korisnika,...) u svrhu dostave i skupljanja robe ili usluga. Cilj VRP-a je dostaviti robu određenim kupcima uz minimalne troškove s početkom i završetkom rute u istom mjestu (u istoj lokaciji).

VRP je poznat kao problem cjelobrojnog programiranja i spada u takozvane NP-teške probleme, što znači da se računalna složenost eksponencijalno povećava s veličinom problema. Ovaj problem se uglavnom rješava korištenjem različitih heurističkih metoda kako smo spomenuli na početku trećeg poglavlja, te se one upotrebljavaju i za rješavanje problema putujućeg trgovca.

**Formulacija problema:** VRP je kombinatorni problem na mreži (grafu)  $G(V,E)$ . Notacija koja se koristi u problemu je sljedeća:

- $V = \{v_0, v_1, v_2, \dots, v_n\}$  je skup vrhova i on se sastoji od:
  - Polazišta koje se nalazi na lokaciji  $v_0$
  - $v_1, v_2, \dots, v_n$  su lokacije koje je potrebno posjetiti
- $A$  je skup svih bridova između vrhova  $i$  i  $j$
- $c_{ij}$  je matrica ne-negativnih troškova ili udaljenosti između vrhova (korisnika)
- $d_i$  je vektor potražnje korisnika
- $R_i$  je ruta vozila  $i$
- $m$  je broj vozila (sva identična). Jedna ruta dodijeljena je jednom vozilu

Problem usmjeravanja vozila ima brojne varijacije (ovisno o ograničenjima) od kojih su najzastupljenije:

- a) Problem usmjeravanja vozila s ograničenjima kapaciteta (eng. Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP) - svako vozilo ima limitirani kapacitet, a svaka lokacija koju treba posjetiti zadanu količinu za dostavu/skupljanje

- b) Problem usmjeravanja vozila s vremenskim ograničenjima (eng. Vehicle Routing Problem with Time Windows, VRPTW) - svaki korisnik treba biti posjećen unutar određenog vremenskog razdoblja
- c) Problem usmjeravanja vozila s ograničenjem duljine rute (eng. Distance-constraint Vehicle Routing Problem, DVRP, DCVRP) - ukupna duljina ili vremensko trajanje neke rute ne smije premašiti zadanu vrijednost
- d) Problem usmjeravanja vozila s dostavom i prikupljanjem (eng. Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery, VRPPD) - u rutama roba se i dostavlja i sakuplja od korisnika
- e) Problem usmjeravanja vozila s dostavom i povratnim prikupljanjem (eng. Vehicle Routing Problem with Backhauls, VRPB) - uz prikupljanje i dostavu, dodatan je uvjet da se prvo cjelokupna količina u dostavi istovari, a tek onda u povratku sakuplja

### 3.2 Problem putujućeg trgovca

Problem putujućeg trgovca (engl. *Travelling Salesman Problem* (TSP)) početkom 19. stoljeća definirali su W.R. Hamilton i T. Kirkman kao rekreativnu zagonetku baziranu na pronalaženju Hamiltonovog ciklusa. U Hamiltonovom ciklusu potrebno je proći kroz sve vrhove grafa isključivo jedanput, osim vrha koji je početni i krajnji vrh ciklusa. Graf predstavlja mrežu gradova, bridovi su mogući putni pravci između gradova, a težine bridova su udaljenosti gradova.

Problem trgovačkog putnika spada u problem usmjeravanja vozila, u ovom slučaju jednog vozila (engl. *single routing problem*). Umjesto pronalaženja optimalnog puta između dva vrha, u slučaju usmjeravanja interes je pronaći redoslijed posjećivanja određenog broja lokacija krenuvši od početne lokacije, takav da je isti okarakteriziran minimalnim ukupnim troškovima. Vrlo često se vozilo nakon obavljene rute treba vratiti u početnu lokaciju.

U ovom problemu imamo  $V$  skup od  $n+1$  vrhova (lokacija),  $V=\{0,1,2,\dots,n\}$  i potrebno je pronaći rutu (ciklus) koji počinje i završava u vrhu 0, a prolazi svim vrhovima od 1 do  $n$  točno jedanput, takvu da je ukupna udaljenost minimalna.



### Algoritmi za rješavanje TSP problema:

- a) *Algoritam najbližeg susjeda* – heuristički algoritam za generiranje TSP rješenja koji se temelji na pohlepnom dodavanju najbližeg vrha već dodanim vrhovima u rutu.

Koraci:

1. Odaberi vrh  $i$  za početni
2. Odredi iz nedodanih vrhova onaj koji je najbliži posljednjem dodanom vrhu  $i$  i uključi ga u rutu
3. Ponavljaj korak 2 sve dok svi vrhovi nisu u rutu. Tada spoji prvi i zadnji vrh.

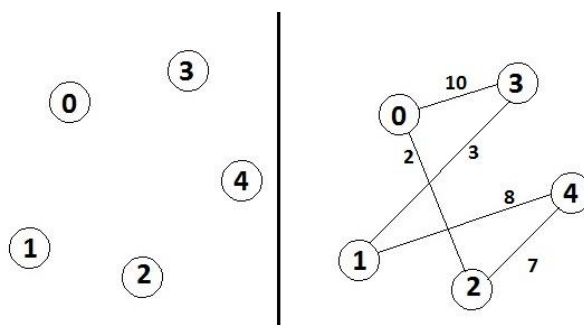
Primjer:

**Tablica 1** Matrica udaljenosti

	0	1	2	3	4
0	-	5	2	10	6
1		-	25	3	8
2			-	15	7
3				-	9
4					-

Za početni vrh uzima se 0. Njemu najbliži vrh je 2. Vrh 2 najbliži je vrh 4 te ga uključujemo u rutu. Slijede vrhovi 1 i 3, te zadnji vrh 3 spajamo s početnim (0).

Dobije se ruta:  $0 - 2 - 4 - 1 - 3$ , duljine:  $2 + 7 + 8 + 3 + 10 = 30$ .



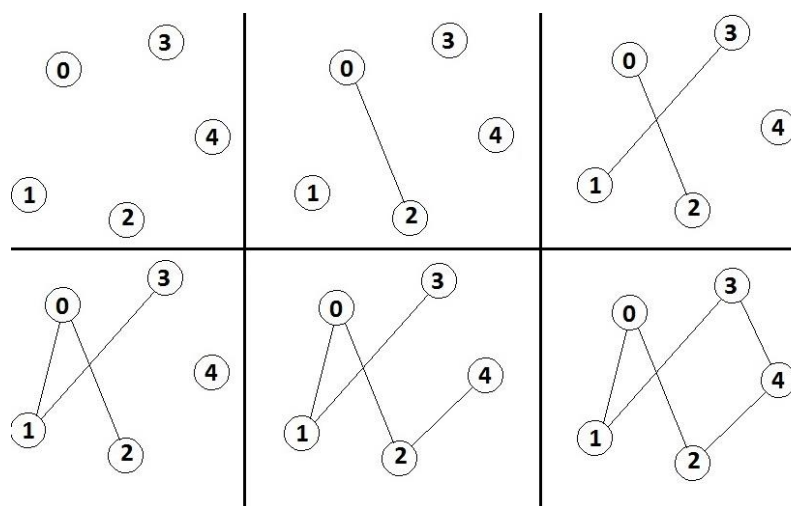
**Slika 11** Algoritam najbližeg susjeda

- b) *Pohlepna heuristika* – ovom heuristikom promatra se potpuni graf s  $n$  vrhova i bridovima duljine  $c_{ij}$  između svaka dva para vrhova  $i$  i  $j$ . Ruta putujućeg trgovca u takvom je grafu Hamiltonov ciklus u kojem je stupanj svih vrhova 2. Izgradnja rute je u koracima, dodavanjem bridova krenuvši od najmanjeg. Pritom se izostavlja brid koji je već u ruti, koji bi zatvorio Hamiltonov ciklus s manje od  $n$  vrhova ili bi stvorio vrh trećeg stupnja.

Primjer (tablica 1):

Najmanji brid je  $(0 - 2) = 2$  i on prvi ulazi u rutu. Sljedeći brid je  $(1 - 3) = 3$  i on može ući u rutu jer se ne stvara brid trećeg stupnja i ciklus nije zatvoren. Treći brid koji ulazi u rutu je  $(0 - 1) = 5$ . Brid  $(0 - 4) = 6$  ne može se dodati u rutu jer bi time stvorili vrh trećeg stupnja, te se dodaje brid  $(2 - 4) = 7$ . Na samom kraju preostaje dodati brid  $(3 - 4) = 9$  čime je ruta kompletirana.

Dobivena ruta:  $(0 - 1 - 3 - 4 - 2 - 0)$ , duljine:  $5 + 3 + 9 + 7 + 2 = 26$ .



Slika 12 Pohlepna heuristika

- c) *Algoritam umetanja najbližeg* – algoritam umetanja kod kojeg se u trenutnu rutu umeće jedan od preostalih vrhova prema određenom kriteriju, a u ovom slučaju je to najbliži vrh trenutnoj ruti.

Koraci:

1. Odaberi vrh  $i$  za početni vrh 0
2. Pronađi vrh  $k$  takav da je  $c_{0k}$  minimalno (vrh najbliži početnom) i formiraj trenutnu rutu  $(0,k,0)$ .
3. Nađi vrh  $h$  koji nije u trenutnoj ruti, a najbliži je nekom čvoru u trenutnoj ruti (korak odabira vrha).
4. Nađi brid  $(i,j)$  u trenutnoj ruti koja minimizira  $c_{ih}+c_{hj}-c_{ij}$ . Umetni vrh  $h$  između  $i$  i  $j$  (korak umetanja vrha).
5. Ponavljaj korak 3 sve dok svi vrhovi nisu u ruti.

Primjer (tablica 1):

Početni vrh je 0. Najbliži vrh početnom je 2 i formiramo rutu 0-2-0.

Najbliži vrh je vrh 1 te formiramo rutu 0-1-2-0. Vrh koji sljedeći možemo dodati je vrh 3, a brid koji minimizira  $c_{ih}+c_{hj}-c_{ij}$  je brid 1-2.

$$(0-3) + (1-3) - (0-1) = 10 + 3 - 5 = 8$$

$$(0-3) + (3-2) - (0-2) = 10 + 15 - 2 = 23$$

$$(1-3) + (2-3) - (1-2) = 3 + 15 - 25 = -7$$

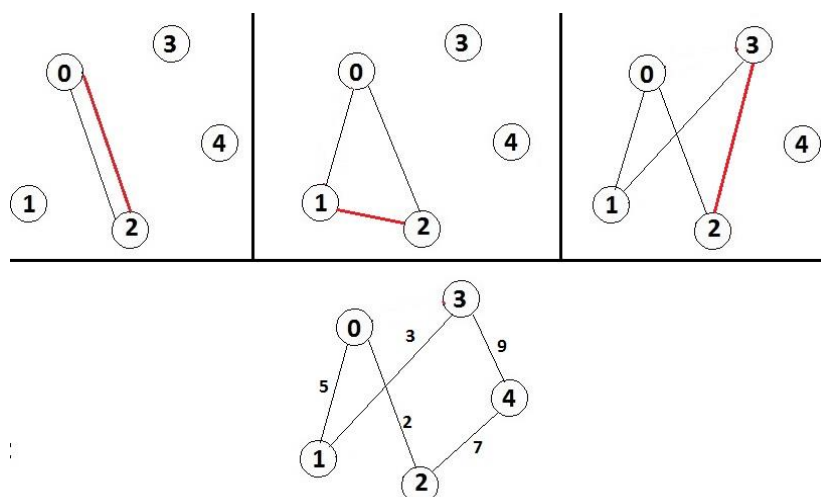
Na kraju ostaje vrh 4, a brid koji minimizira  $c_{ih}+c_{hj}-c_{ij}$  je brid 2-3.

$$(0-4) + (1-4) - (0-1) = 6 + 8 - 5 = 9$$

$$(0-4) + (2-4) - (0-2) = 6 + 7 - 2 = 11$$

$$(1-4) + (3-4) - (1-3) = 8 + 9 - 3 = 14$$

$$(2-4) + (3-4) - (2-3) = 7 + 9 - 15 = 1$$



Slika 13 Algoritam umetanja najbližeg

d) *Algoritam umetanja najudaljenijeg* - kriterij za odabir vrha koji se dodaje trenutnoj ruti je najveća udaljenost od nekog vrha trenutne rute

Koraci:

1. Odaberi vrh  $i$  za početni vrh 0
2. Pronađi vrh  $k$  takav da je  $c_{0k}$  minimalno (vrh najbliži početnom) i formiraj trenutnu rutu  $(0, k, 0)$ .
3. Nađi vrh  $h$  koji nije u trenutnoj ruti, a najbliži je nekom čvoru u trenutnoj ruti (korak odabira vrha).
4. Nađi brid  $(i, j)$  u trenutnoj ruti koja maksimizira  $c_{ih} + c_{hj} - c_{ij}$ . Umetni vrh  $h$  između  $i$  i  $j$  (korak umetanja vrha).
5. Ponavljaj korak 3 sve dok svi vrhovi nisu u ruti.

e) *Clark i Wright algoritam ušteda* – heuristički algoritam generiranja rute putujućeg trgovca koji se temelji na općenitijem algoritmu ušteda Clarka i Wrighta za rješavanje problema usmjeravanja vozila (VRP). Inicijalno se generira  $n$  ruta od početnog vrha do svih vrhova, te se zatim dodaju prečaci na temelju maksimalnih ušteda.

Koraci:

1. Generiraj rute  $(0,i,0)$  za  $i=1,\dots,n$ .
2. Izračunaj uštede  $s_{ij}=c_{0i} + c_{0j} - c_{ij}$  za  $i,j=1,\dots,n$ , za svaki  $i,j$ .
3. Poredaj uštede od najveće do najmanje.
4. Počevši od najveće uštede, formiraj veće rute dodavanjem rute  $(i,j)$  i brisanjem ruta  $(i,0)$  i  $(0,j)$ , ukoliko je ta nova ruta moguća.
5. Ponavljaj korak 4 sve dok potpuna ruta nije formirana.

Clark i Wright algoritam ušteda primijeniti ćemo za generiranje novih ruta za sve linije, te će u četvrtom poglavlju detaljno biti prikazani svi koraci i način dobivanja rute. Korke ćemo prikazati samo u prvoj liniji, dok ćemo za ostale dati samo tablični prikaz, poredak ušteda i konačne rezultate.

## 4. Analiza linija dostave poduzeća Pekom d.o.o.

### 4.1 Prikaz postojećih linija

U poglavlju 2.2 ukratko smo opisali proces distribucije pekarskih proizvoda poduzeća Pekom d.o.o. Poduzeće se sastoji od dvanaest linija dostave koje su iste cijeli tjedan, osim nedjeljom. U nedjelju su linije smanjene na šest i one su kombinacija, tj. spoj određenih linija. U ovom poglavlju prikazati ćemo sve linije, udaljenosti između lokacija i vrijeme potrebno vozilu da prijeđe te udaljenosti. Lokacije unutar svake linije prikazati ćemo tablicama, onim redoslijedom kojim ih vozilo posjećuje. Udaljenosti između lokacija, i vrijeme potrebno vozilu da prijeđe te udaljenosti, dobivene su pomoću Google karti.

#### 4.1.1 Linija Putkovec

Linija Putkovec sastoji se od dva dijela. U prvom dijelu vozilo obavlja dostavu po trgovinama: Konzum, Gavranović, Strahinjčica i dostavu u restoran „Dunav“. Nakon što je vozilo posjetilo sve lokacije vraća se u pekara na utovar i kreće u obilazak lokacija koje čine drugi dio, a to je prodaja.

**Tablica 2 Prikaz linije Putkovec**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Donja Šemnica – „Gavranović“
2.	Veliko Trgovišće – Konzum
3.	Dubrovčan – Konzum, Strahinjčica
4.	Klanjec – Konzum
5.	Sveti Križ Začretje – „Dunav“
6.	<b>PEKOM → utovar – istovar</b>
7.	Podgora – osnovna škola
8.	Podbrezovica – Restoran „Kod Žarka“
9.	Jezerišće – prodaja
10.	Putkovec – Trgovina Belošević Nenad

<b>11.</b>	Prigorje – Prodaja
<b>12.</b>	Putkovec – Prodaja
<b>13.</b>	Goričanovec – prodaja
<b>14.</b>	Donji Macelj – prodaja
<b>15.</b>	Đurmanec – Konzum, osnovna škola
<b>16.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>

U prvom dijelu linije imamo 5 lokacija koje vozilo mora posjetiti. Udaljenosti između lokacija i vrijeme potrebno vozilu da prijeđe te udaljenosti prikazati ćemo kao korake i na kraju ćemo zbrojiti udaljenosti i vrijeme kako bi dobili ukupnu duljinu same rute i vrijeme potrebno za prelazak rute. U stvarnosti su vremena potrebna za obilazak lokacija veća jer ovdje nećemo uračunati stajanje i vrijeme potrebno za istovar, i ne uzima se u obzir promet, jer Google računa vrijeme kada na cestama nema prometa.

Pekom – Donja Šemnica → 8,4 km; 14 min

Donja Šemnica – Veliko Trgovišće → 19,5 km; 26 min

Veliko Trgovišće – Dubrovčan → 10,4 km; 14 min

Dubrovčan – Klanjec → 6,6 km; 10 min

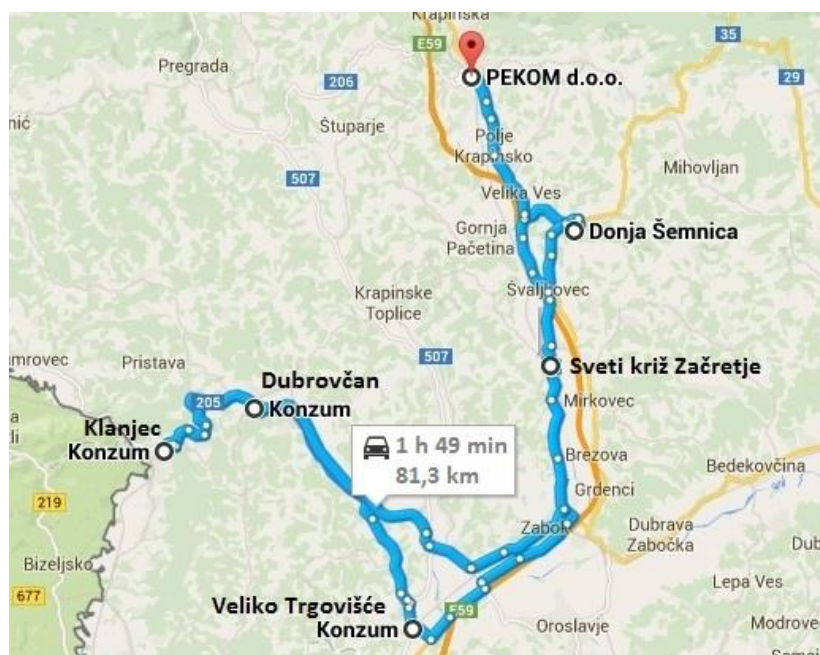
Klanjec – Sveti Križ Začretje → 25,8 km; 30 min

Sveti Križ Začretje – Pekom → 10,6 km; 15 min

---

**Ukupno: 81,3 km; 1 h 49 min**

Ukupna duljina rute u prvom dijelu linije Putkovec je 81,3 km i vozilu je potreban 1 sat i 23 minute da obiđe sve lokacije i vrati se u pekaru. Na slici 14 prikazane su lokacije i izgled same rute.



Slika 14 Linija Putkovec - prvi dio rute

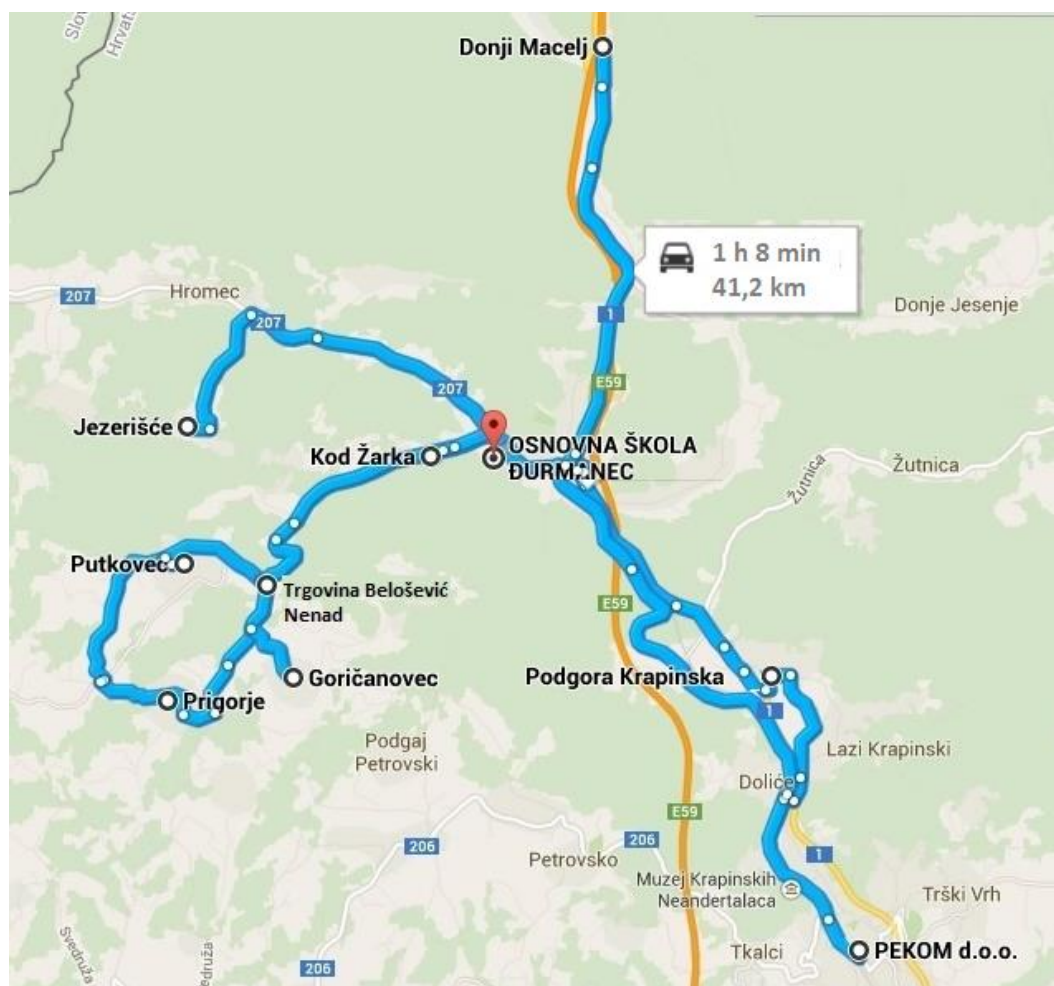
Nakon obavljenog utovara slijedi drugi dio linije. On se sastoji od dostave i prodaje. Ovdje imamo 10 lokacija i prodaja i dostava su izmiješane.

Pekom – OŠ Podgora → 3,1 km; 6 min  
 OŠ Podgora – „Kod Žarka“ → 4,1 km; 7 min  
 „Kod Žarka“ – Jezerišće → 4,1 km; 8 min  
 Jezerišće – Putkovec (Trgovina Nenad) → 6,2 km; 9 min  
 Putkovec (Trgovina Nenad) – Prigorje → 1,8 km; 3 min  
 Prigorje – Putkovec → 2,0 km; 4 min  
 Putkovec – Goričanovec → 2,0 km; 4 min  
 Goričanovec – Donji Macelj → 7,5 km; 12 min  
 Donji Macelj – Đurmanec (Konzum) 3,8 km; min  
 Đurmanec (Konzum) – OŠ Đurmanec → 600 m; 1 min  
 OŠ Đurmanec – Pekom → 6,0 km; 9 min

---

**Ukupno: 41,2 km; 1 h 8 min**





Slika 15 Linija Putkovec - drugi dio rute

Zbrajanjem duljina ruta prvog i drugog dijela dobivamo ukupnu duljinu same linije od **122,5 km** i ukupno vrijeme **2 h i 57 min**.

#### 4.1.2 Linija Đurmanec

Kao i u prošloj liniji i ova se sastoji od dostave i prodaje. Jedina razlika je na kraju linije kada vozilo, nakon što obavi dostavu i prodaju, mora još uzeti sanduke u trgovinama, tj. u Trgocentru i Konzumu. Uzimanje sanduka obuhvaća 3 lokacije, a to su Đurmanec (Konzum i Trgocentar), Lupinjak (Lupincommerce) i lokaciju Hum na Sutli (Konzum), te se nakon toga može vratiti u poduzeće na istovar.

**Tablica 3 Prikaz linije Đurmanec**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Đurmanec – Konzum, Trgocentar
<b>2.</b>	Hromec – Strahinjčica
<b>3.</b>	Lupinjak – Lupincommerce
<b>4.</b>	Hum na Sutli – Konzum
<b>5.</b>	Ravninsko – Konjić Danica
<b>6.</b>	Koprivnica Zagorska – prodaja
<b>7.</b>	Donje Jesenje – Trgovina Artiće
<b>8.</b>	Ravninsko – prodaja
<b>9.</b>	Lukovčak – prodaja
<b>10.</b>	Podbrezovica (Donja, Gornja) – prodaja
<b>11.</b>	Božičev breg – prodaja
<b>12.</b>	Hromec – prodaja
<b>13.</b>	Uzimanje sanduka – Konzum, Trgocentar, Lupincommerce
<b>14.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>

Iz tablice 3 vidimo da vozilo prvo obavlja dostavu po lokacijama Đurmanec, Hromec, Lupinjak i Hum na Sutli, a nakon toga slijede lokacije Ravninsko i Donje Jesenje, s tim da je između te dvije lokacije prodaja u mjestu Koprivnica Zagorska. Nakon obavljenih svih dostava slijedi prodaja, ali za razliku od linije Putkovec ovdje nema vraćanja u pekaru između dostave i prodaje. Na samom kraju, kako smo spomenuli na početku, slijedi uzimanje sanduka po trgovinama Konzum, Trgocentar i Lupincommerce.

Prikaz linije podijeliti ćemo u 3 dijela: dostavu, prodaju i uzimanje sanduka po trgovinama. U dostavi je ostavljena lokacija Koprivnica Zagorska jer moramo poštivati redoslijed posjećivanja lokacija.

#### DOSTAVA:

Pekom – Đurmanec → 5,5 km; 8 min

Đurmanec – Hromec → 3,7 km; 5 min

Hromec – Lupinjak → 3,9 km; 5 min

Lupinjak – Hum na Sutli → 7 km; 8 min

Hum na Sutli – Ravninsko → 16,3 km; 19 min

Ravninsko – Koprivnica Zagorska → 1,5 km; 3 min

Koprivnica Zagorska – Donje Jesenje → 2,0 km; 4 min

---

#### PRODAJA:

Donje Jesenje – Ravninsko → 4,0 km; 7 min

Ravninsko – Lukovčak → 4,1 km; 8 min

Lukovčak – Donja Podbrezovica → 4,0 km; 7 min

Donja Podbrezovica – Gornja Podbrezovica → 1,4 km; 2 min

Gornja Podbrezovica – Božičev Breg → 6,5 km; 10 min

---

#### UZIMANJE SANDUKA PO TRGOVINAMA:

Božičev Breg – Hromec → 6,8 km; 9 min

Hromec – Hum na Sutli (Konzum) → 11,1 km; 12 min

Hum na Sutli (Konzum) – Lupinjak (Lupincommerce) → 7 km; 8 min

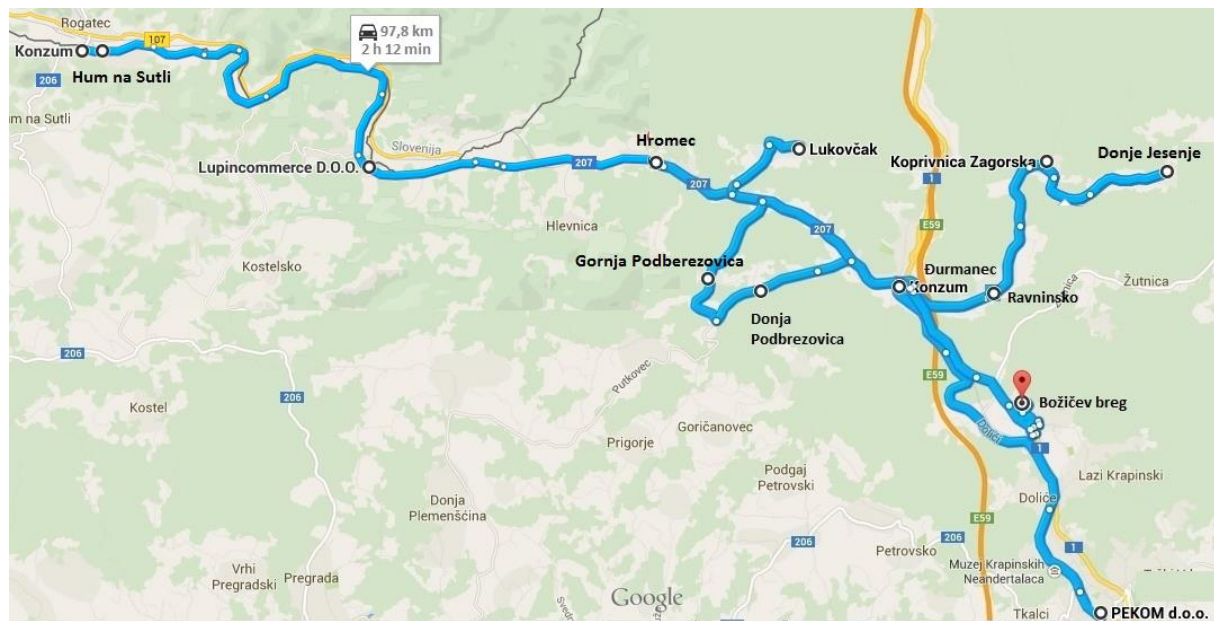
Lupinjak – Đurmanec (Konzum) → 7,5 km; 9 min

Đurmanec (Konzum) – Pekom → 5,5 km; 8 min

---

**Ukupno: 97,8 km; 2 h 12 min**

Ukupna duljina rute je **97,8 km** i vrijeme potrebno za obilazak rute je **2 h i 12 min**. Prikaz cijele linije dan je na slici 16.



Slika 16 Linija Đurmanec

### 4.1.3 Linija Jesenje

Linija Jesenje, kao i prethodne dvije linije, sastoji se od dostave i prodaje. U njoj kao i u liniji Đurmanec nema vraćanja u pekaru između dostave i prodaje. Vozilo prvo obavlja dostavu po lokacijama Žutnica, Gornje Jesenje, Vrbno, Cvetlin i Bednja. Zatim slijedi prodaja i nakon završene prodaje vozilo ponovno posjećuje lokacije Gornje jesenje (Konzum), Bednja (Strahinjčica) i Žutnica (Pekom trgovina). Količina proizvoda potrebnih za dostavu i prodaju unaprijed je određena za svaku liniju.

**Tablica 4 Prikaz linije Jesenje**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Žutnica – Pekom trgovina
<b>2.</b>	Gornje Jesenje – Konzum
<b>3.</b>	Vrbno – Strahinjčica
<b>4.</b>	Cvetlin – Strahinjčica
<b>5.</b>	Bednja – Strahinjčica
<b>6.</b>	Žutnica – prodaja
<b>7.</b>	Gornje Jesenje - prodaja
<b>8.</b>	Brdo Jesenjsko - prodaja
<b>9.</b>	Gornje Jesenje – prodaja
<b>10.</b>	Cerje – prodaja
<b>11.</b>	Šaša – prodaja
<b>12.</b>	Bednja – prodaja
<b>13.</b>	Šinkovica – prodaja
<b>15.</b>	Bednja – Strahinjčica
<b>16.</b>	Gornje Jesenje – Konzum
<b>17.</b>	Žutnica – Pekom trgovina
<b>18.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>

**DOSTAVA:**

Pekom – Pekom Žutnica → 3,5 km; 5 min

Pekom Žutnica – Gornje Jesenje → 5,8 km; 7 min

Gornje Jesenje – Vrbno → 7,0 km; 9 min

Vrbno – Cvetlin → 14,3 km; 18 min

Cvetlin – Bednja → 8,7 km; 12 min

---

**PRODAJA:**

Bednja – Žutnica → 13 km; 16 min

Žutnica – Gornje Jesenje → 6,0 km; 8 min

Gornje Jesenje – Brdo Jesenjsko → 15,3 km; 25 min

Brdo Jesenjsko – Gornje Jesenje → 15,3 km; 25 min

Gornje Jesenje – Cerje Jesenjsko → 2,5 km; 4 min

Cerje Jesenjsko – Šaša → 2,2 km; 3 min

Šaša – Bednja → 2,6 km; 4 min

Bednja – Šinkovica → 6,6 km; 10 min

---

**DOSTAVA:**

Šinkovica – Bednja (Strahinjčica) → 6,7 km; 11 min

Bednja (Strahinjčica) – Gornje Jesenje (Konzum) → 7,2 km; 9 min

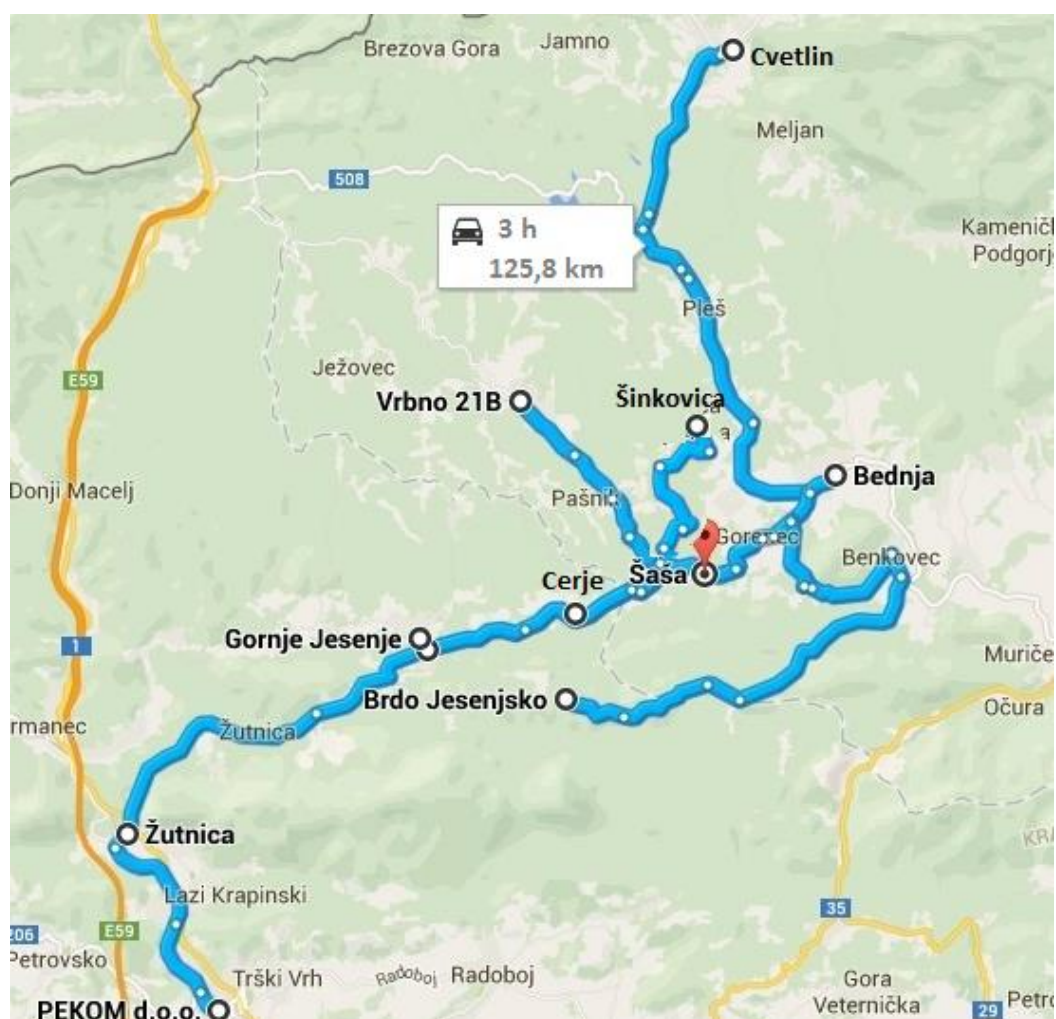
Gornje Jesenje (Konzum) – Pekom Žutnica → 5,7 km; 7 min

Pekom Žutnica – Pekom → 3,4 km; 6 min

---

**Ukupno: 125,8 km; 3 h**

Ukupna duljina puta u ovoj liniji je **125,8 km** i vozilu je potrebno **3 h** da posjeti sve lokacije (slika 17).



Slika 17 Linija Jesenje

#### 4.1.4 Linija Krapina jug

Linija Krapina jug sastoji se od četiri dijela, tj. vozilo se tri puta vraća u pekaru na utovar i istovar. Sva četiri dijela čini dostava, i ovo je jedina linija u kojoj nema prodaje. Većina lokacija nalazi se unutar grada Krapine ili se nalaze u krugu od 3 km, a jedina razlika je u trećem dijelu u kojem je dostava po lokacijama Radoboj i Mihovljan. Unutar same linije dolazi do ponavljanja nekih lokacija kao npr. Krapina (Strahinjčica), Mihaljekov Jarek (Konzum), Polje Krapinsko (Poslon).

**Tablica 5 Prikaz linije Krapina jug**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Željeznički kolodvor – Pekom trgovina
2.	Mihaljekov Jarek – Konzum
3.	Polje Krapinsko – „Poslon“
4.	Krapina – Strahinjčica
5.	<b>PEKOM – utovar, istovar</b>
6.	Željeznički kolodvor – Pekom trgovina
7.	Krapina – Strahinjčica
8.	OŠ „Ljudevit Gaj“
9.	Trgocentar – Krapina (južna zona)
10.	Dječji vrtić „Mali Kaj“
11.	Policija
12.	Jedinstvo
13.	Mihaljekov Jarek – Konzum
14.	Polje Krapinsko – „Poslon“, Strahinjčica
15.	Krapina - NTL
16.	Krapina - KTC
17.	Bobovje – Trgostil
18.	Mihaljekov Jarek - Trgostil
19.	<b>PEKOM – utovar za škole</b>
20.	OŠ Radoboj



21.	OŠ Mihovljan
22.	KTC, NTL
23.	<b>PEKOM – utovar, istovar</b>
24.	Krapina – Strahinjčica
25.	Trgocentar – Krapina (južna zona)
26.	Mihaljekov Jarek – Konzum
27.	Polje Krapinsko – „Poslon“
28.	Dostava robe po Pekom trgovinama

**Prvi dio:**

Pekom – Željeznički kolodvor → 180 m; 1 min

Željeznički kolodvor – Mihaljekov Jarek (Konzum) → 1,4 km; 3 min

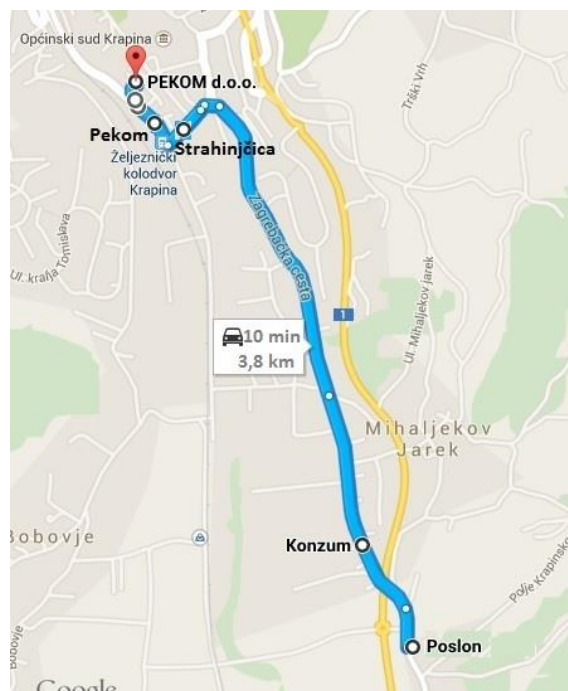
Mihaljekov Jarek (Konzum) – Polje Krapinsko (Poslon) → 300 m; 1 min

Polje Krapinsko (Poslon) – Krapina (Strahinjčica) → 1,7 km; 4 min

Krapina (Strahinjčica) – Pekom → 210 m; 1 min

---

**Ukupno: 3,8 km; 10 min**



**Slika 18 LInija Krapina jug - prvi dio**

**Drugi dio:**

Pekom – Željeznički kolodvor – Strahinjčica → 210 m; 2 min

Strahinjčica – OŠ Ljudevit Gaj → 240 m; 1 min

OŠ Ljudevit Gaj – Trgocentar → 500 m; 2 min

Trgocentar - Dječji vrtić „Mali kaj“ → 270 m; 1 min

„Mali kaj“ – Policija → 750 m; 2 min

Policija – Jedinstvo → 650 m; 2 min

Jedinstvo – Mihaljekov Jarek (Kozum) → 400 m; 1 min

Mihaljekov Jarek – Polje Krapinsko (Poslon) → 300 m; 1 min

Polje Krapinsko (Poslon) – Polje Krapinsko (Strahinjčica) → 1,1 km; 2 min

Polje Krapinsko (Strahinjčica) – NTL → 2,2 km; 4 min

NTL – KTC → 1,3 km; 3 min

KTC – Bobovje → 900 m; 2 min

Bobovje – Mihaljekov Jarek → 2,0 km; 5 min

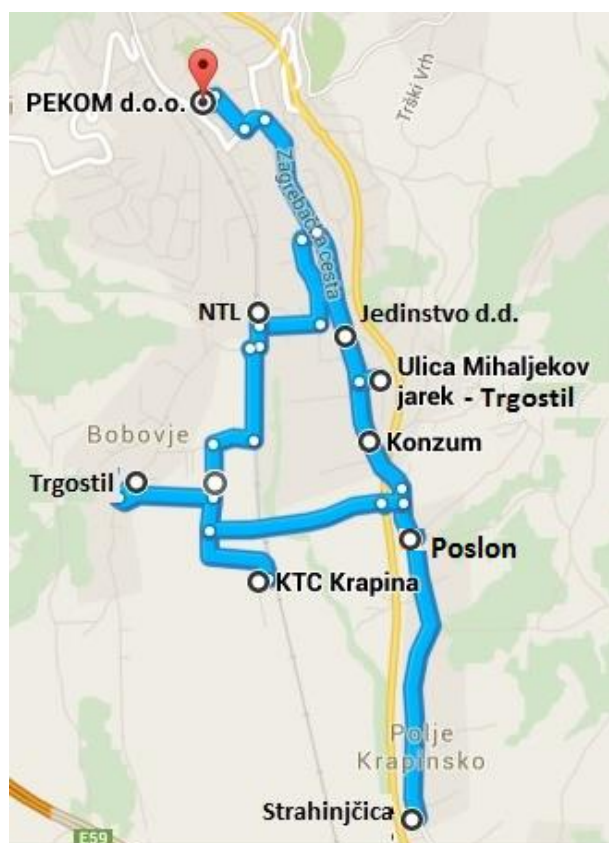
Mihaljekov Jarek – Pekom → 1,5 km; 4 min

---

**Ukupno: 12,32 km; 31 min**



**Slika 19 Linija Krapina jug – drugi dio ( do Jedinstva)**



Slika 20 Linija Krapina jug – drugi dio ( od Jedinstva)

**Treći dio:**

Pekom – OŠ Rdoboj → 5,2 km; 11 min

OŠ Radoboj – OŠ Mihovljan → 7,2 km; 10 min

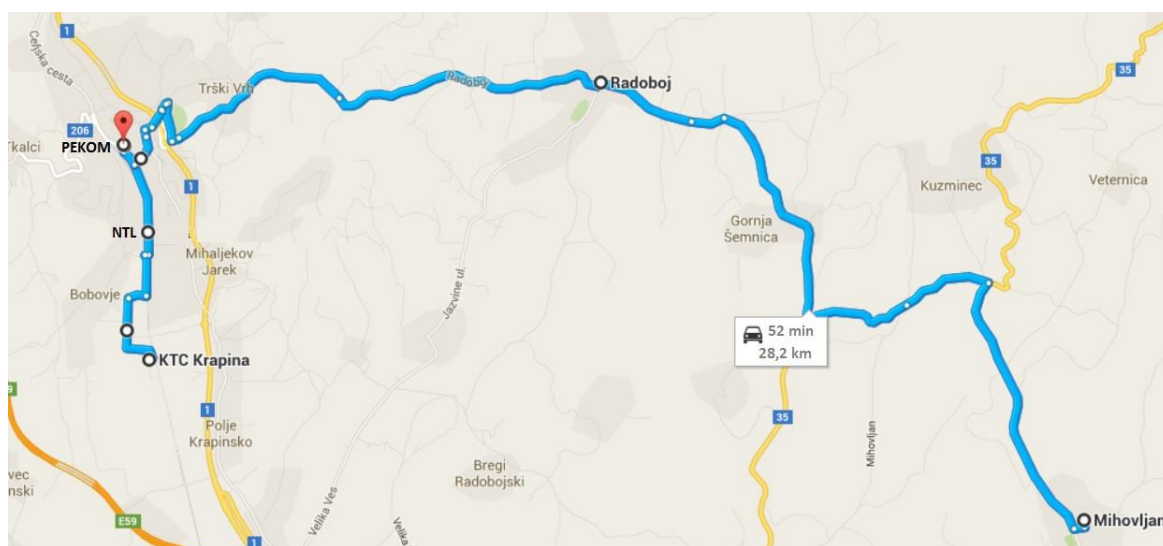
OŠ Mihovljan – KTC → 14,1 km; 22 min

KTC – NTL → 1,3 km; 3 min

NTL – Pekom → 800 m; 2 min

---

**Ukupno: 28,6 km; 48 min**



**Slika 21 Linija Krapina jug - treći dio**

#### Četvrti dio:

Pekom– Strahinjčica → 210 m; 1 min

Strahinjčica – Trgocentar → 500 m; 1 min

Trgocentar – Mihaljekov Jarek (Konzum) → 1,0 km; 2 min

Mihaljekov Jarek (Konzum) – Polje Krapinsko (Poslon) → 300 m; 1 min

---

#### DOSTAVA ROBE PO PEKOM TRGOVINAMA:

U četvrtom dijelu linije nakon što vozilo obide potrebne lokacije slijedi dostava robe po Pekom trgovinama. Pekom trgovina je sedam:

1. Gradska pekara (Krapina)
2. Gradska pekara 2 (Željeznički kolodvor Krapina)
3. Gradska pekara 3 (Krapina)
4. Kantina – trgovina (Srednja škola Krapina)
5. Žutnica – trgovina
6. Zagorska pekarnica Zabok
7. Pregrada – trgovina

Polje Krapinsko – Zabok → 15,1 km; 18 min

Zabok – Pregrada → 24,7 km; 27 min

Pregrada – Žutnica → 15 km; 20 min

Žutnica – Krapina (Gradska pekara 3) → 2,8 km; 5 min

Gradska Pekara 3 – Željeznički kolodvor → 1 km; 2 min

Željeznički kolodvor – Srednja škola Krapina → 0,9 km; 2 min

Srednja Škola Krapina – Gradska pekara → 0,3 km; 2 min

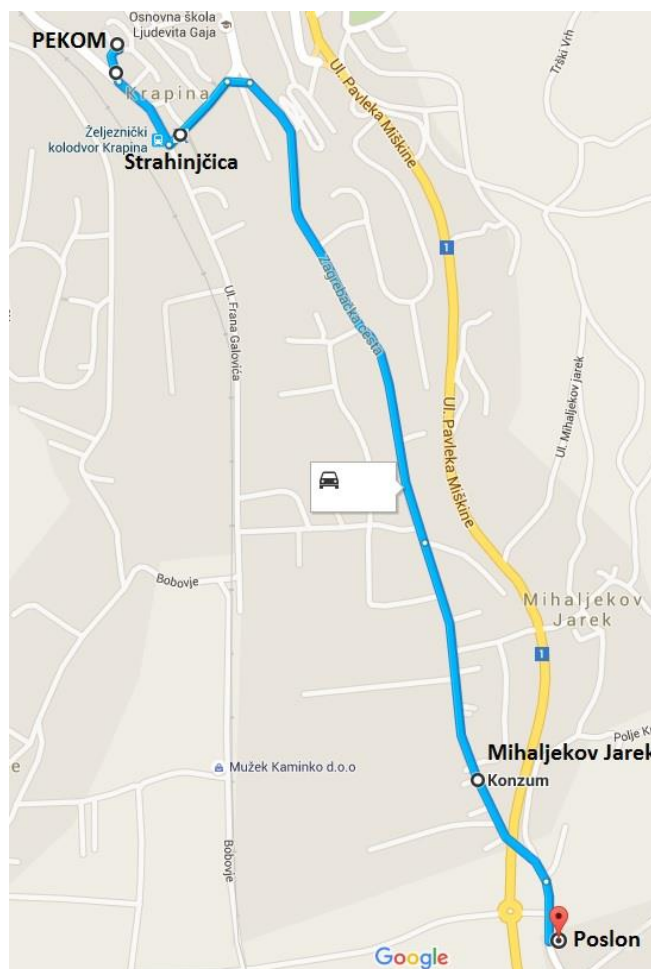
Gradska Pekara – Pekom → 1,2 km; 4 min

---

**Ukupno: 63,01 km; 1 h 25 min**

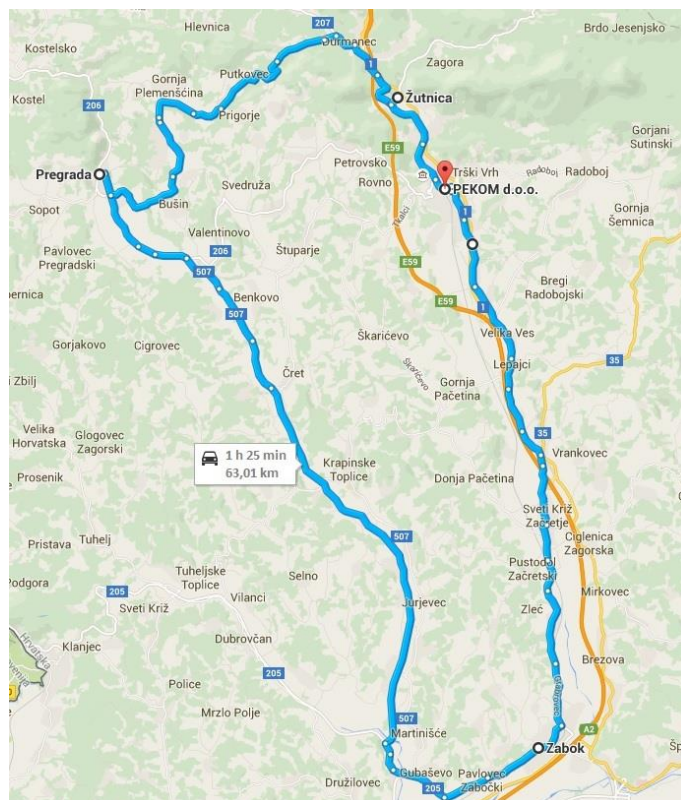
Četvrti dio linije prikazan je na slikama 22,23 i 24.

Kada zbrojimo sva četiri dijela zajedno dobivamo ukupnu duljinu cijele linije: **107,73 km** i vrijeme **2 h 54 min**.

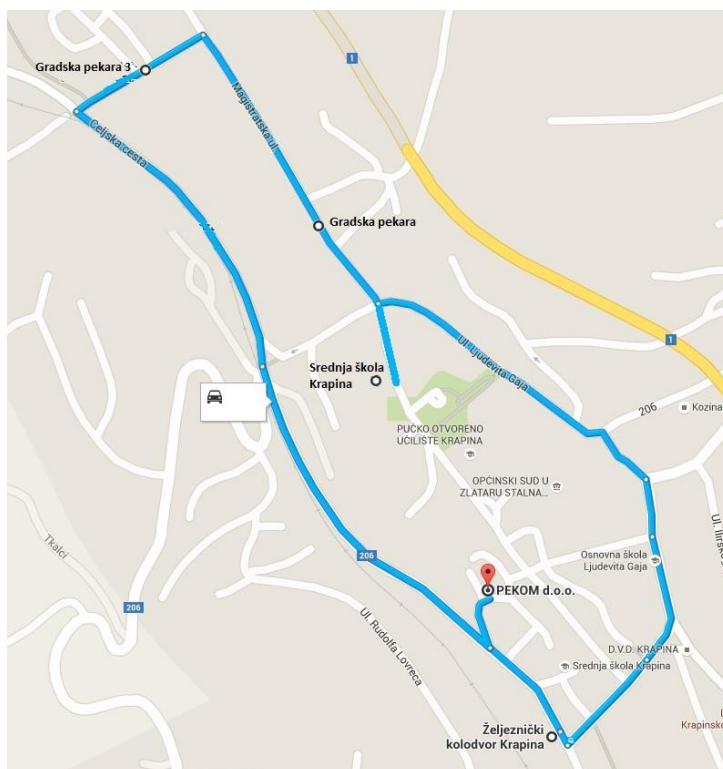


**Slika 22 Linija Krapina jug – do Poslona**





Slika 23 Linija Krapina jug - četvrti dio



Slika 24 Krapina jug – Pekom trgovine unutar grada

#### 4.1.5 Linija Radoboj

Linija se kao i prethodne (osim linije Krapina jug) sastoji od dostave i prodaje, te se vozilo vraća u pekaru tek nakon što posjeti sve lokacije, tj. nakon dostave odmah slijedi prodaja.

**Tablica 6 Prikaz linije Radoboj**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Sveti Križ Začretje – Strahinjčica, Konzum, „Mišak“
2.	Švaljkovec – Trgodes
3.	Selo Mikši – prodaja
4.	Jazvine – Trgocentar, osnovna škola
5.	Radobojski Bregi (Strahinjčica)
6.	OŠ Donja Šemnica
7.	Selo Kraljevec Šemnički – prodaja
8.	Donja Šemnica – prodaja
9.	Radobojski Bregi – prodaja
10.	Orehovec Radobojski – prodaja
11.	Straža Krapinska – prodaja
12.	<b>PEKOM - istovar</b>

Pekom – Sveti Križ Začretje (Strahinjčica) → 10,6 km; 15 min

Sveti Križ Začretje:

- Strahinjčica – Konzum → 450 m; 1 min
- Konzum – Mišak → 230 m; 1 min

Sveti Križ Začretje (Mišak) – Švaljkovec → 1,8 km; 2 min

Švaljkovec – Selo Mikši → 7,5 km; 9 min

Selo Mikši – Jazvine (Trgocentar) → 1,2 km; 2 min

Jazvine (Trgocentar) – OŠ Jazvine → 130 m; 1 min

OŠ Jazvine – Radobojski Bregi (Strahinjčica) → 1,1 km; 3 min

Radobojski Bregi (Strahinjčica) – OŠ Donja Šemnica → 3,2 km; 6 min

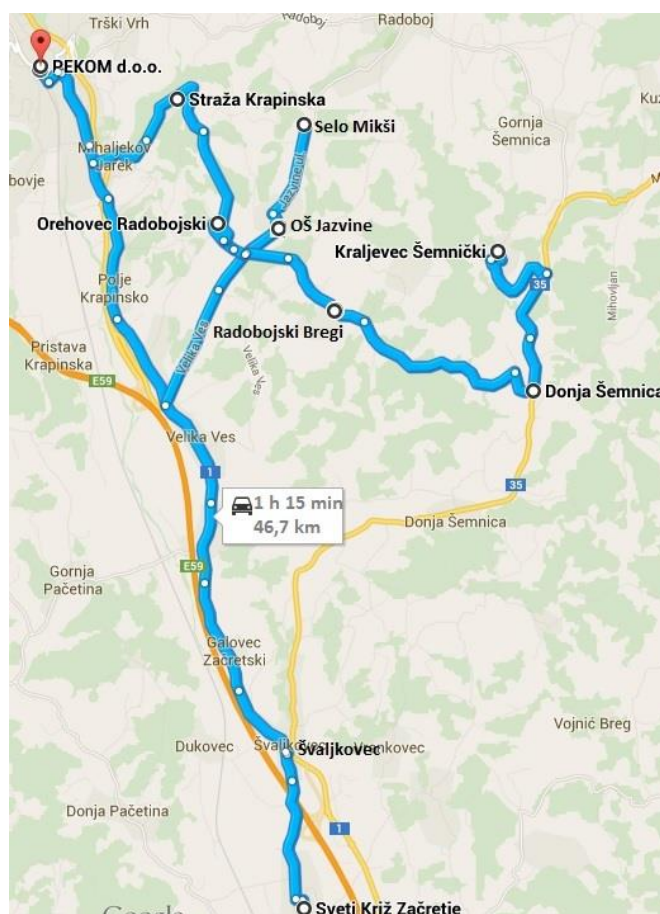
OŠ Donja Šemnica – Kraljevec Šemnički → 2,5 km; 4 min  
Kraljevec Šemnički – Selo Donja Šemnica → 5,3 km; 7 min  
Donja Šemnica – Bregi Radobojski → 5,7 km ; 9 min  
Radobojski Bregi – Orehovec Radobojski → 2,1 km; 5 min  
Orehovec Radobojski – Straža Krapinska → 2,2 km; 4 min  
Straža Krapinska – Pekom → 2,7 km; 6 min

---

**Ukupno: 46,71 km; 1 h 15 min**

---

Linija Radoboj je manja u odnosu na prethodne, te je ukupna duljina rute **46,71 km** dok je npr. za liniju Putkovec 122,5 km, a za liniju Jesenje 125,8 km. Razlog tome je što ovdje udaljenosti između pojedinih lokacija nisu veće od 8 km. Sve lokacije su na istom području osim lokacija Švaljkove i Sv. Križ Začretje koje se nalaze južnije u odnosu na ostale lokacije.



**Slika 25 Linija Radoboj**



#### 4.1.6 .Linija Pregrada

U ovoj liniji potpuno je odvojena dostava od prodaje, što u prijašnjim linijama nije bio slučaj jer je postojala barem jedna lokacija vezna uz prodaju koja se nalazila između lokacija dostave. Ukupno u ovoj liniji imamo deset lokacija koje treba posjetiti, a unutar Pregrade potrebno je dostaviti robu u 5 trgovina – Konzum, ZTC, Strahinjčicu, Gavranović i Posavec.

**Tablica 7 Prikaz linije Pregrada**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Benkovo – Trgocentar
2.	Pregrada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzum (Trg Gospe Kunagorske)</li> <li>• ZTC</li> <li>• Konzum (Ulica Janka Leskovara, 2x)</li> <li>• Strahinjčica</li> <li>• Gavranović</li> <li>• Posavec (2x)</li> </ul>
5.	Klenice – prodaja
6.	Svedruža – Strahinjčica, prodaja
7.	Gredenec – prodaja
8.	Prigorje – prodaja
9.	Preseka – prodaja
10.	Brezovica – prodaja
11.	<b>PEKOM - istovar</b>

DOSTAVA:

Pekom – Benkovo → 9,8 km; 16 min

Benkovo – Pregrada (Konzum Trg Gospe Kunagorske) → 5,4 km; 7 min

Pregrada:

- Konzum (Trg Gospe Kunagorske) – ZTC → 84 m; 1 min
- ZTC – Konzum (Ulica Janka Leskovara) → 1,6 km; 3 min

- Konzum (Ulica Janka Leskovara) – Strahinjčica → 800 m; 1 min
- Strahinjčica – Gavranović → 500 m; 1 min
- Gavranović – Konzum (Ulica Janka Leskovara) → 1,3 km; 3 min
- Konzum (Ulica Janka Leskovara) – Posavec (Ulica Janka Leskovara) → 190 m; 1 min
- Posavec (Ulica Janka Leskovara) – Posavec (Stjepana Radića 20) → 1,2 km; 2 min

---

**PRODAJA:**

Pregrada (Posavec (Stjepana Radića 20)) – Klenice → 3,9 km; 6 min

Klenice – Svedruža (Strahinjčica) → 2,2 km; 5 min

Svedruža – Gredenec → 2,4 km; 5 min

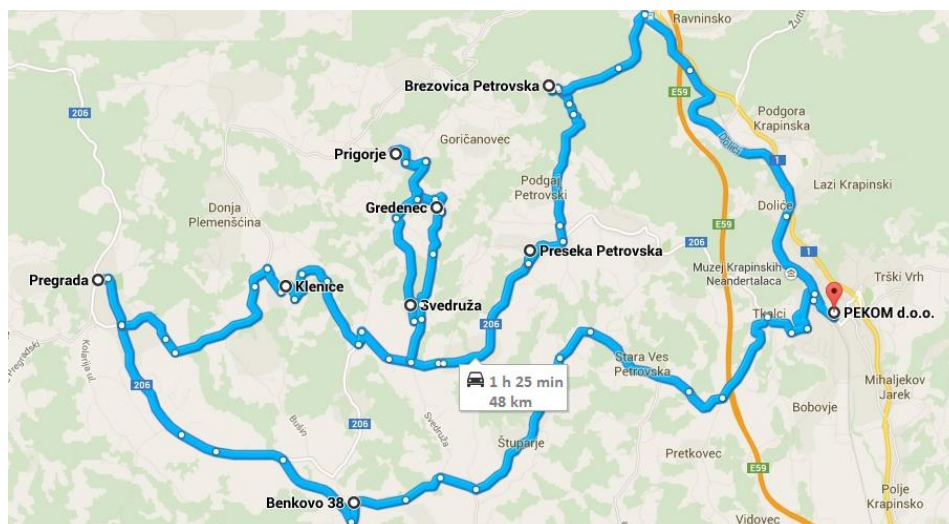
Gredenec – Prigorje → 1,7 km; 2 min

Prigorje – Preseka → 6,1 km; 12 min

Preseka – Brezovica → 3,0 km; 7 min

Brezovica – Pekom → 7,8 km; 13 min

---

**Ukupno: 48 km; 1 h 25 min**

**Slika 26 Linija Pregrada**



Slika 27 Linija Pregrada - lokacije unutar grada

#### 4.1.7 Linija Radoboj, Mihovljan, Macelj

Prvi dio linije Radoboj, Mihovljan, Macelj sastoji se samo od dostave po lokacijama Trški Vrh, Radoboj, Gornja Šemnica i Mihovljan. Nakon što vozilo obiđe potrebne lokacije vraća se u pekaru na utovar i slijedi drugi dio linije. Na početku drugog dijela potrebno je dostaviti robu na lokacije Šabac i u Osnovnu školu Đurmanec, a nakon toga slijedi prodaja. Na kraju vozilo mora pokupiti sanduke u svim trgovinama.

**Tablica 8 Prikaz linije Radoboj, Mihovljan, Macelj**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Trški vrh – Agrodemal
2.	Radoboj – Trgocentar, Hrvoj promet 1 i 2
3.	Gornja Šemnica – Gavranović
4.	Mihovljan – Konzum, Trgocentar, „Nikola“
5.	<b>PEKOM - utovar</b>
6.	Šabac – Trgostil
7.	OŠ Đurmanec
8.	Smilajnac (Moda Marija) – prodaja
9.	Gornji Macelj – prodaja
10.	Smiljanova graba – prodaja
11.	Trški Vrh, Radoboj – prodaja
12.	Kuzminec, Mihovljan, Gregurovec – prodaja
13.	Uzimanje sanduka (po trgovinama)
14.	<b>PEKOM - istovar</b>

**Prvi dio (dostava):**

Pekom – Trški Vrh → 1,7 km; 6 min

Trški Vrh – Radoboj (Trgocentar) → 3,3 km; 4 min

Radoboj:

- Trgocentar – Hrvoj promet 1 → 500 m; 1 min
- Hrvoj promet 1 – Hrvoj Promet 2 → 550 m; 1 min

Radoboj (Hrvoj promet 2) – Gornja Šemnica → 2,2 km; 3 min

Gornja Šemnica – Mihovljan (Konzum) → 5,0 km; 7 min

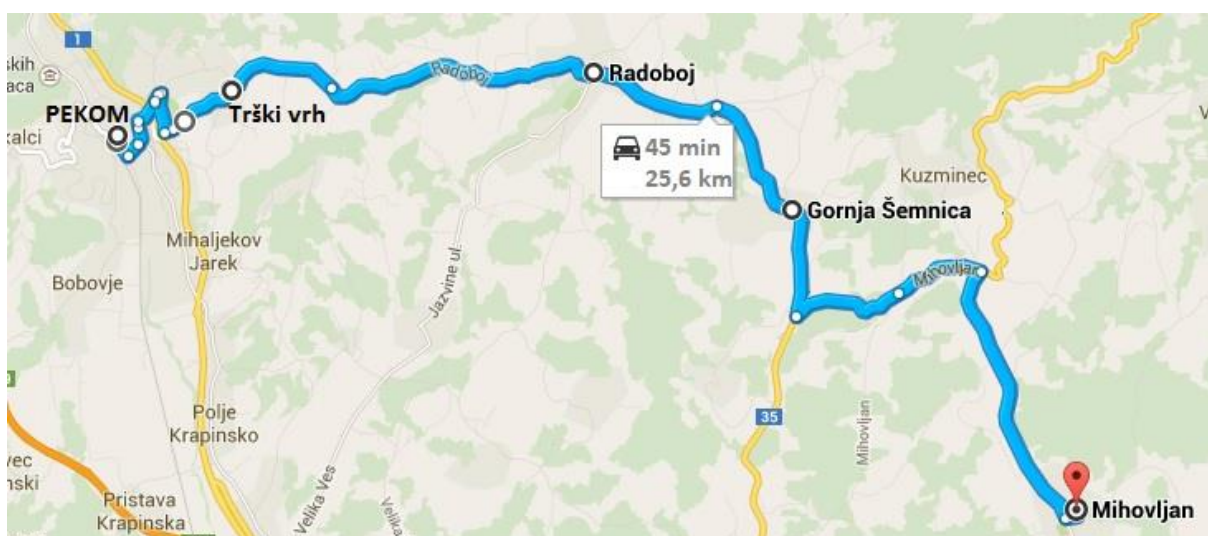
Mihovljan:

- Konzum – Trgocentar → 130 m; 1 min
- Trgocentar – Trgovina Nikola → 120 m; 1 min

Mihovljan (Trgovina Nikola) – Pekom → 12,1 km; 21 min

---

**Ukupno: 25,6 km; 45 min**



**Slika 28 Linija Radoboj, Mihovljan, Macelj - prvi dio**

**Drugi dio** (dostava + prodaja):

DOSTAVA:

Pekom – Šabac → 1,3 km; 4 min

Šabac – OŠ Đurmanec → 6,4 km; 10 min

---

PRODAJA:

OŠ Đurmanec – Smiljanec (Moda Marija) → 5,1 km; 6 min

Smiljanec (Moda Marija) – Gornji Macelj → 5,3 km; 6 min

Gornji Macelj – Smiljanova graba → 5 km; 6 min

Smiljanova graba – Trški vrh → 10,0 km; 13 min

Trški vrh – Radoboj → 3,5 km; 6 min

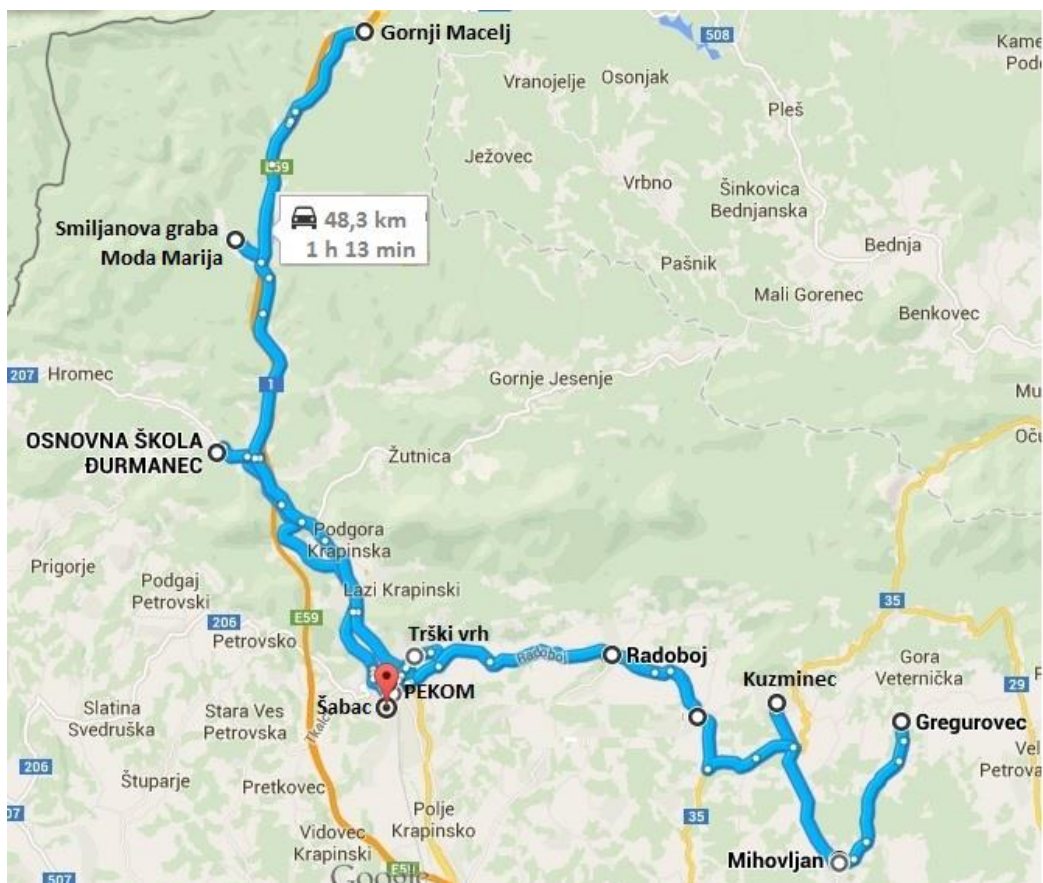
Radoboj – Kuzminec → 5,6 km; 9 min

Kuzminec – Mihovljan → 3,2 km; 6 min

Mihovljan – Gregurovec → 2,9 km; 7 min

---

**Ukupno: 48,3 km; 1 h 13 min**



**Slika 29 Radoboj, Mihovljan, Macelj - drugi dio**

### **Drugi dio (uzimanje sanduka po trgovinama):**

Gregurovec – Mihovljan (Trgovina Nikola) → 2,9 km; 7 min

Mihovljan:

- Trgovina Nikola – Konzum → 220 m; 1 min
- Konzum – Trgocentar → 130 m; 1 min

Mihovljan (Trgocentar) – Gornja Šemnica → 4,9 km; 7 min

Gornja Šemnica – Radoboj (Hrvoj Promet 2) → 2,2 km; 3 min

Radoboj (Hrvoj Promet 2) – Radoboj (Hrvoj Promet 1) → 0,55 km, 1 min

Radoboj (Hrvoj promet 1) – Radoboj (Trgocentar) → 500 m; 1 min



Radoboj (Trgocentar) – Trški Vrh → 3,3 km; 4 min

Trški Vrh – Šabac → 3 km; 7 min

Šabac – Pekom → 1,3 km; 4 min

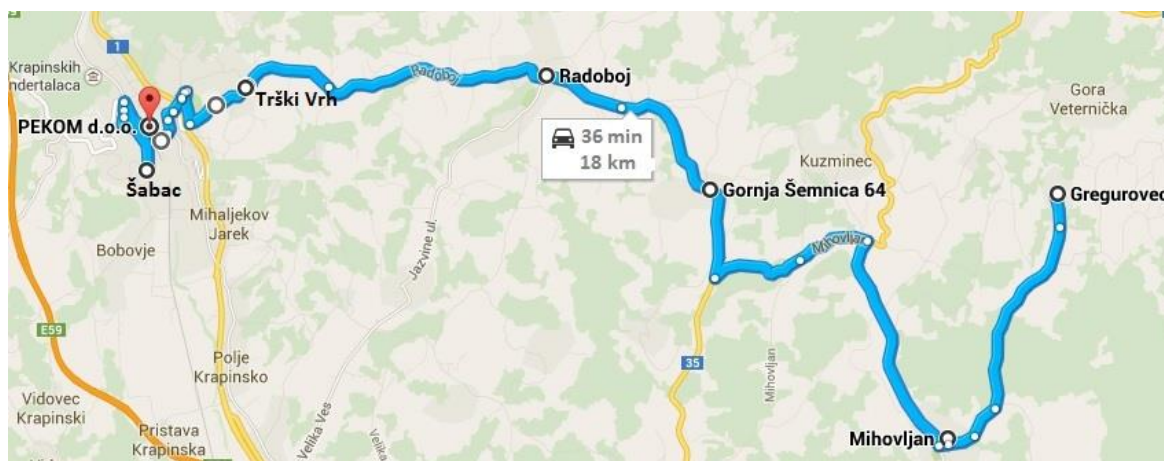
---

**Ukupno: 18,05 km; 36 min**

Ukupna duljina cijele linije:

**25,6 + 48,3 + 18,05 = 91,95 km;**

**45 min + 1 h 13 min + 36 min = 2 h 34 min**



**Slika 30 Radoboj, Mihovljan, Macelj – uzimanje sanduka**

#### 4.1.8 Linija Krapinske Toplice

Linija Krapinske Toplice sastoji se od dva dijela. Prvi dio sastavljen je samo od dostave te se vozilo nakon nje vraća u pekaru na utovar. Glavni dio prvog dijela sastoji se od dostave robe u Krapinskim Toplicama: Konzum, Strahinjčica, Trgocentar, trgovina Kustura te Dječji vrtić i osnovna škola. Dječji vrtić i osnovna škola nalaze se na istom mjestu i njih promatramo kao jednu lokaciju. Drugi dio linije sastoji se od prodaje i u ovom dijelu vozilo još jednom posjećuje trgovine Konzuma u Krapinskim Toplicama.

**Tablica 9 Prikaz linije Krapinske Toplice**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Krapinske Toplice: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahinjčica, Konzum (2x)</li> <li>• Trgovina Kustura</li> <li>• Dječji vrtić</li> <li>• Osnovna škola</li> <li>• Trgocentar (2x)</li> </ul>
<b>2.</b>	Škarićevo – Osnovna Škola, TIM promet
<b>3.</b>	<b>PEKOM - utovar</b>
<b>4.</b>	Krapinski Vidovec, Pretkovec – prodaja
<b>5.</b>	Štuparje – prodaja
<b>6.</b>	Čret – prodaja
<b>7.</b>	Krapinske Toplice – Konzum (2x)
<b>8.</b>	Gornja Pačetina – prodaja
<b>9.</b>	Donja Šemnica – prodaja
<b>10.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>



**Prvi dio (dostava):**

Pekom – Krapinske toplice (Strahinjčica) → 13,3 km; 20 min

Krapinske Toplice (lokacije unutar grada) :

- Strahinjčica – Konzum (Zagrebačka ulica) → 650 m; 2 min
- Konzum (Zagrebačka ulica) – Konzum (Ulica A. Mihanovića) → 750 m; 2 min
- Konzum (Ulica A. Mihanovića) – Trgovina Kustura → 2,2 km; 5 min
- Trgovina Kustura – Dječji vrtić i OŠ → 1,1 km; 2 min
- Dječji vrtić – Trgocentar (Ulica Lj. Gaja 1) → 400 m; 1 min
- Trgocentar (Ulica Lj. Gaja 1) – Trgocentar (Ulica Lj. Gaja 2) → 110 m; 1 min

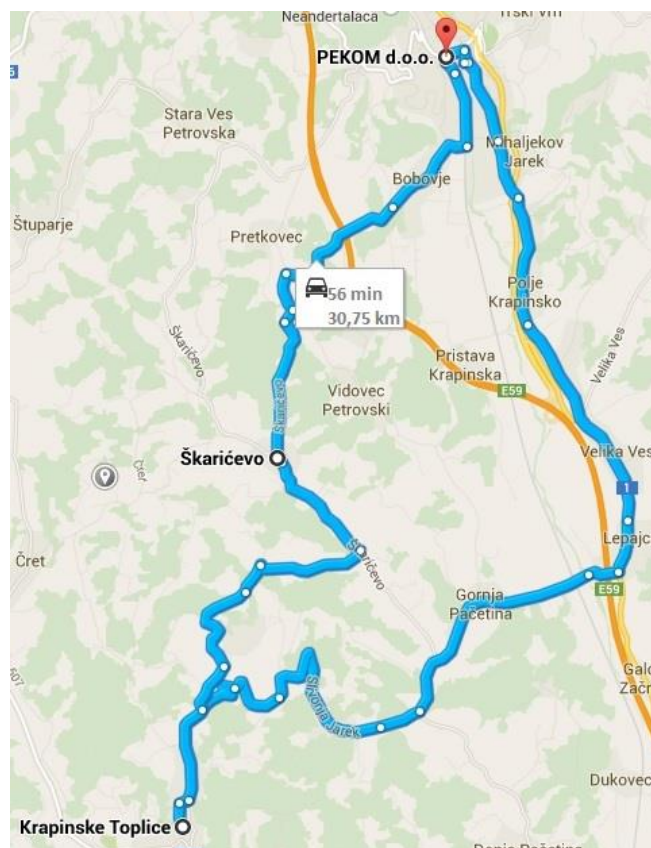
Krapinske Toplice (Trgocentar) – OŠ Škarićevo → 5,7 km; 11 min

OŠ Škarićevo – TIM promet → 650 m; 1 min

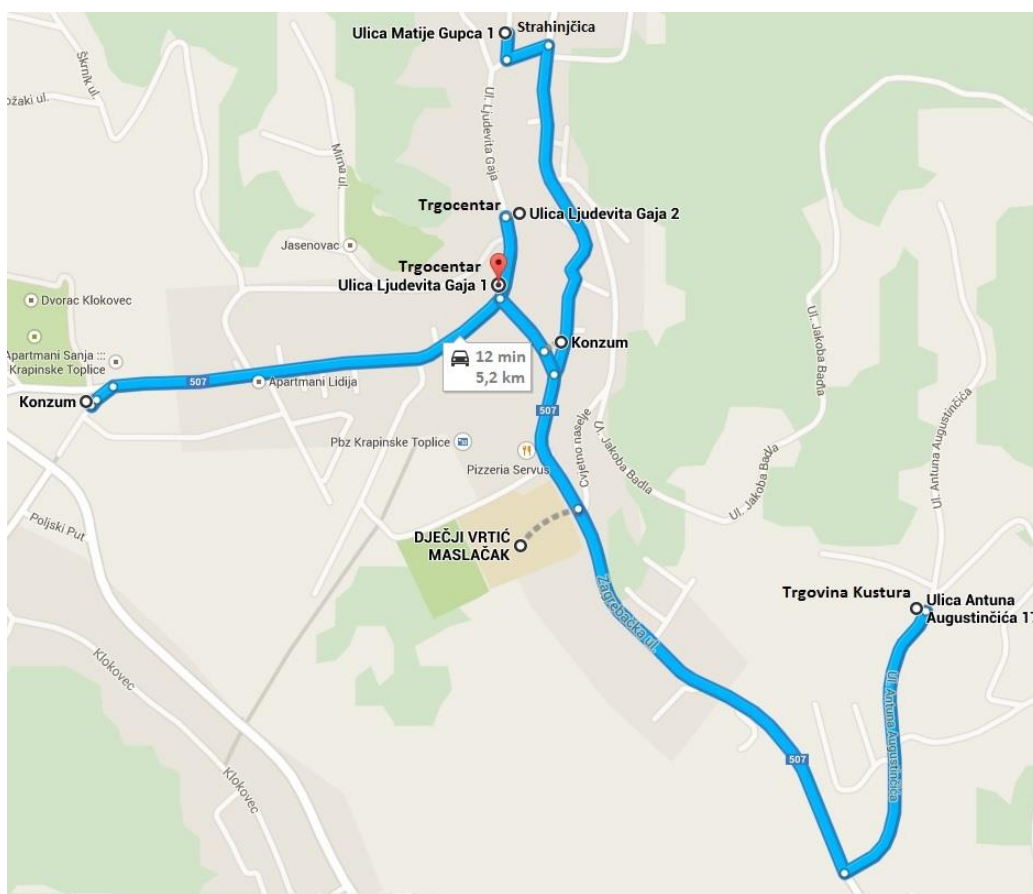
Škarićevo (TIM promet) – Pekom → 5,9 km; 12 min

---

**Ukupno: 30,75 km; 56 min**



**Slika 31 Linija Krapinske Toplice – prvi dio**



Slika 32 Linija Krapinske Toplice - lokacije unutar grada

#### Drugi dio (prodaja):

Pekom – Krapinski Vidovec → 3,5 km; 7 min

Krapinski Vidovec – Pretkovec → 2,4 km; 5 min

Pretkovec – Štuparje → 4,0 km; 7 min

Štuparje – Čret → 4,4 km; 6 min

Čret – Krapinske Toplice (Ulica A. Mihanovića) → 3,9 km; 5 min

Konzum (Ulica A. Mihanovića) – Konzum (Zagrebačka ulica) → 750 m; 2 min

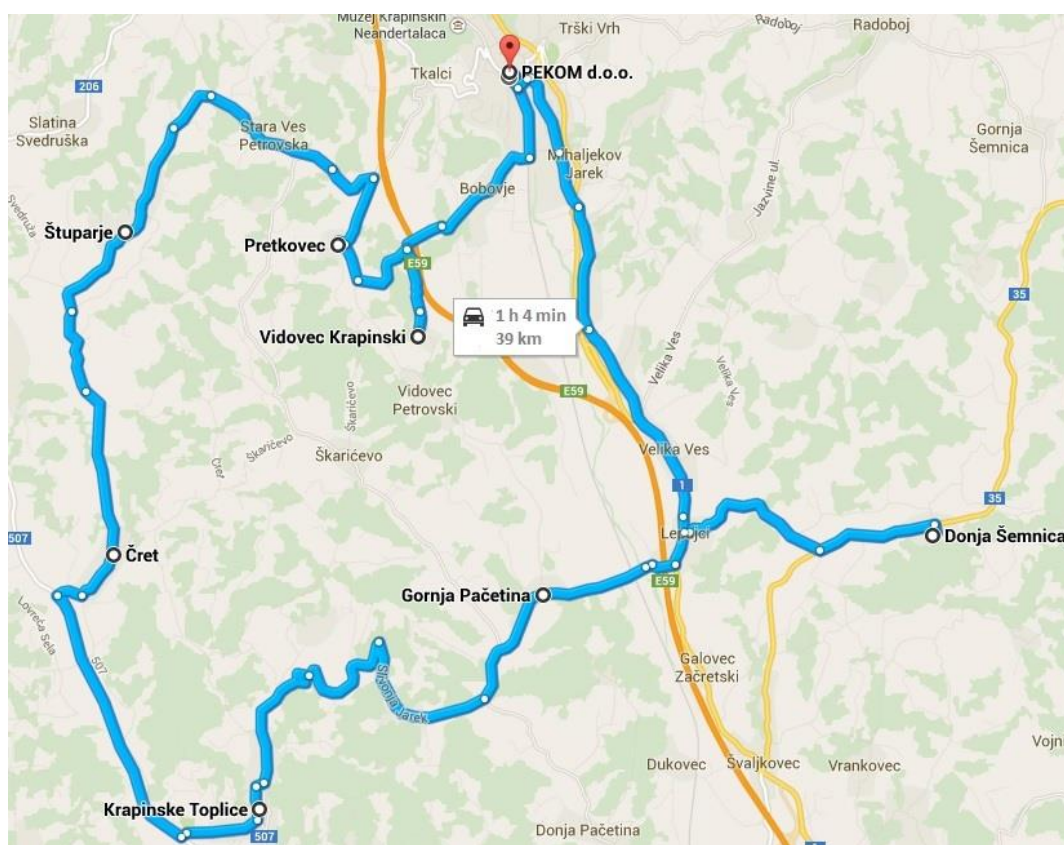
Krapinske Toplice (Ulica A. Mihanovića) – Gornja Pačetina → 6,5 km; 9 min

Gornja Pačetina – Donja Šemnica → 4,9 km; 9 min

Donja Šemnica – Pekom → 8,6 km; 14 min

---

**Ukupno: 39 km; 1 h 4 min**



Slika 33 Linija Krapinske Toplice – drugi dio

Ukupna duljina cijele linije iznosi **69,75 km** i vrijeme potrebno za obilazak linije **2 h**.

#### 4.1.9 Linija Krapina

Linija Krapina jedna je od većih što se tiče broja lokacija koje vozilo mora posjetiti. Veći dio linije sastavljen je od dostave, a samo nekoliko lokacija čini prodaju. Sama dostava i prodaja nisu posebno odvojene jedna od druge. Unutar linije postoje ponavljanja lokacija što je vidljivo iz tablice 10. Kako se neke lokacije nalaze unutar grada Krapine potrebno je paziti na jednosmjerne ulice. To će posebno biti važno kod provedbe algoritma ušteda i generiranja novih ruta.

**Tablica 10 Prikaz linije Krapina**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Kotka
2.	Poslon
3.	Strahinjčica – Trg Ljudevita Gaja
4.	Podgora – Strahinjčica
5.	Konzum – Ulica Matije Gupca
6.	Doliće - Konzum
7.	Žutnica – Trgocentar
8.	Konzum – Ulica Ljudevita Gaja 29
9.	Trgostil – Ulica Ljudevita Gaja 26
10.	OŠ „Augusta Cezarca“
11.	Tkalci – Strahinjčica
12.	Petrovsko – Trgocentar
13.	Preseka Petrovska (Trgovina „Sviječnjak“)
14.	Podgaj – prodaja
15.	Petrovsko – Trgocentar
16.	Žutnica – prodaja
17.	Zagora – prodaja
18.	Žutnica – Trgocentar
19.	Doliće – prodaja
20.	Strahinje – prodaja

21.	Konzum – Ulica Matije Gupca
22.	Kotka
23.	Konzum – Ulica Ljudevita Gaja
24.	<b>PEKOM - istovar</b>

Pekom – Kotka, Poslon → 900 m; 2 min

Kotka, Poslon – Strahinjčica → 1,7 km; 5 min

Strahinjčica – Podgora → 2,5 km; 5 min

Podgora – Konzum (Ulica Matije Gupca) → 1,7 km; 3 min

Konzum (Ulica Matije Gupca)– Doliće → 650 m; 1 min

Doliće – Žutnica → 1,8 km; 3 min

Žutnica – Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) → 3,9 km; 8 min

Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) – Trgostil → 78 m; 1 min

Trgostil – OŠ Augusta Cesarca → 1,2 km; 3 min

OŠ Augusta Cesarca – Tkalci → 2,2 km; 6 min

Tklaci – Petrovsko → 2,0 km; 3 min

Petrovsko – Preseka Petrovska → 2,5 km; 5 min

Preseka Petrovska – Podgaj → 1,9 km; 4 min

Podgaj – Petrovsko → 2,8 km; 6 min

Petrovsko – Žutnica → 6,4 km; 13 min

Žutnica – Zagora → 2,2 km; 3 min

Zagora – Žutnica → 2,2 km; 3 min

Žutnica – Doliće → 2,1 km; 3 min

Doliće – Strahinje → 1,1 km; 3 min

Strahinje – Konzum (Ulica Matije Gupca) → 1,3 km; 3 min

Konzum (Ulica Matije Gupca) – Kotka → 170 m; 1 min

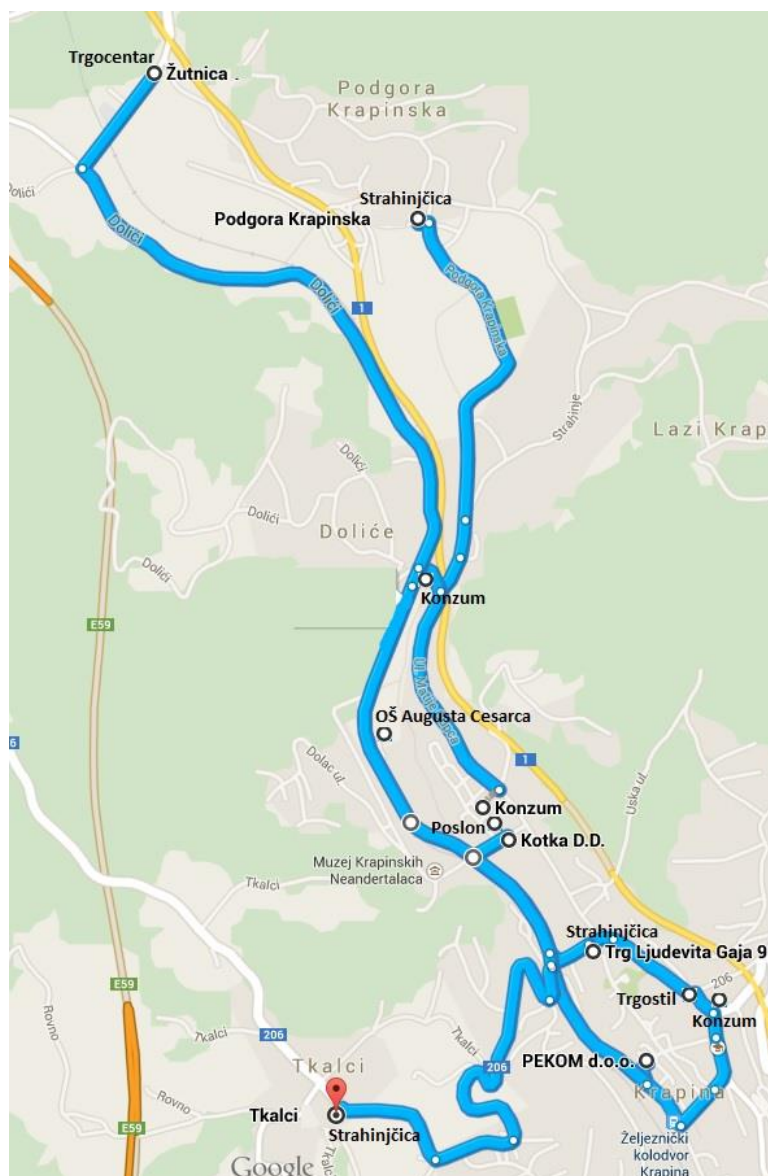
Kotka – Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) → 1,3 km; 4 min

Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) – Pekom → 550 m; 2 min

---

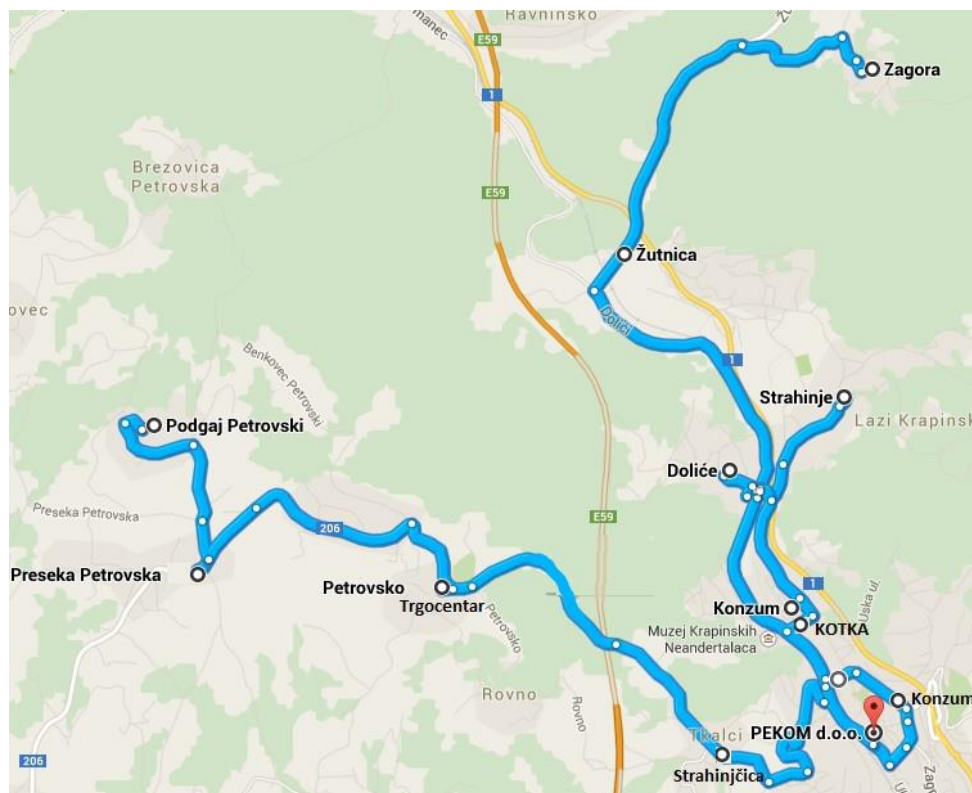
**Ukupno: 43 km; 1 h 30 min**

Unatoč većem broju lokacija koje vozilo mora posjetiti, sama duljina rute i vrijeme potrebno vozilu da prijeđe tu udaljenost nije toliko velika jer su lokacije u blizini grada Krapine ili unutar samog grada.



Slika 34 Linija Krapina – do Tklaci





Slika 35 Linija Krapina - od Tkalcı

#### 4.1.10 Linija Sveti Križ Začretje

U ovoj liniji kao i u prethodnoj (linija Krapina) imamo veći broj lokacija koje vozilo posjeti u jednom prolazu, bez da se vraća u pekaru na utovar. Potrebno je posjetiti 21 lokaciju i veći dio linije sastavljen je od dostave po trgovinama Konzum, Preis i Strahinjčica. Nakon što vozilo obavi dostavu na potrebne lokacije slijedi prodaja i ona je ovdje potpuno odvojena od dostave, što nije bio slučaj u liniji Krapina.

**Tablica 11 Prikaz linije Sv. Križ Začretje**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Zabok – Zagorska pekarnica
<b>2.</b>	Oroslavje – Strahinjčica, Preis, Konzum
<b>3.</b>	Stubičke Toplice – Strahinjčica, Konzum
<b>4.</b>	Pustodol – Trgodes
<b>5.</b>	Marija Bistrica – Konzum
<b>6.</b>	Konjščina – Konzum
<b>7.</b>	Zlatar Bistrica – Konzum, Preis
<b>8.</b>	Zlatar – Preis (2x)
<b>9.</b>	Bedekovčina – Konzum
<b>10.</b>	Grbovec – prodaja
<b>11.</b>	Židovinjak – prodaja
<b>12.</b>	Brezova – prodaja
<b>13.</b>	Piljkovi Jarki – prodaja
<b>14.</b>	Švaljkovec – prodaja
<b>15.</b>	Donja Šemnica
<b>16.</b>	Galovec - prodaja
<b>17.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>



**DOSTAVA:**

Pekom – Zabok → 16,3 km; 21 min

Zabok – Oroslavje (Strahinjčica) → 6,6 km; 9 min

Oroslavje:

- Strahinjčica – Preis → 300 m; 1 min
- Preis – Konzum → 700 m; 1 min

Oroslavje (Konzum) – Stubičke Toplice (Strahinjčica) → 2,8 km; 5 min

Stubičke Toplice (Strahinjčica) – Stubičke Toplice (Konzum) → 400 m; 1 min

Stubičke Toplice (Konzum) – Pustodol → 1,5 km; 2 min

Pustodol – Marija Bistrica → 16,5 km; 22 min

Marija Bistrica – Konjščina → 9,1 km; 12 min

Konjščina – Zlatar Bistrica (Konzum) → 9,2 km; 12 min

Zlatar Bistrica (Konzum) – Zlatar Bistrica (Preis) → 900 m; 2 min

Zlatar Bistrica (Preis) – Zlatar (Preis 5, Preis 1) → 4,7 km; 6 min

Zlatar (Preis 5, Preis 1) – Bedekovčina (Konzum) → 10,8 km; 14 min

---

**PRODAJA:**

Bedekovčina (Konzum) – Grbovec → 3,4 km; 7 min

Grbovec – Židovnjak → 2,6 km; 7 min

Židovnjak – Brezova → 6,4 km; 10 min

Brezova – Piljkovi Jarki → 3,4 km; 4 min

Piljkovi Jarki – Švaljkovec → 3,2 km; 5 min

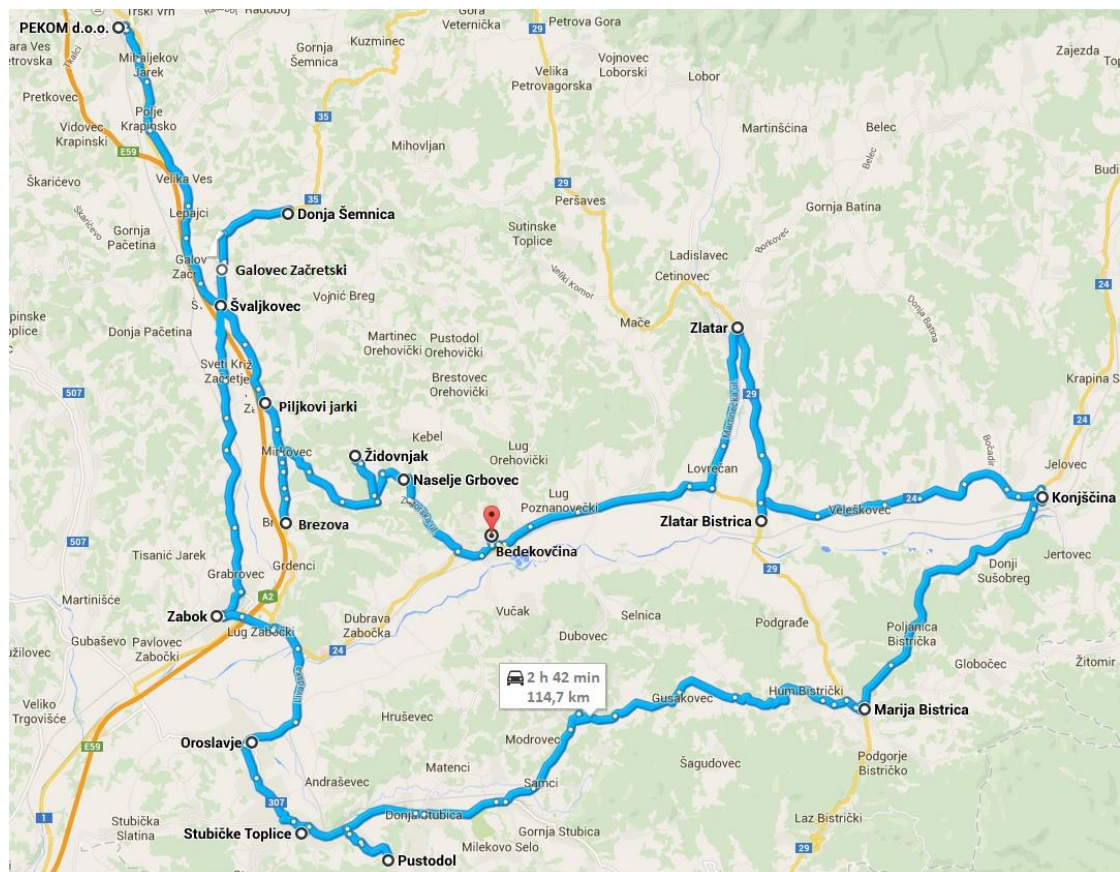
Švaljkovec – Donja Šemnica → 3,8 km; 5 min

Donja Šemnica – Galovec Začretski → 2,4 km; 3 min

Galovec Začretski – Pekom → 9,7 km; 13 min

---

**Ukupno: 114,7 km; 2 h 42 min**



Slika 36 Linija Sveti Križ Začretje

#### 4.1.11 Linija Desinić

Ova linija je u odnosu na ostale nešto manja. Potrebno je posjetiti samo 10 lokacija i ova linija uglavnom se sastoji od prodaje. Potrebno je dostaviti robu samo u Pregradu i Desinić, a sve ostalo je prodaja (tablica 12). Ni ovdje nema vraćanja u pekaru, tj. vozilo obilazi sve lokacije u jednom prolazu.

**Tablica 12 Prikaz linije Desinić**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Pregrada (Kiosk)
<b>2.</b>	Desinić – Konzum, Strahinjčica
<b>3.</b>	Svetojurski Vrh – prodaja
<b>4.</b>	Pregrada (Trgovina Hohnjec)
<b>5.</b>	Gornja Svedruža – prodaja
<b>6.</b>	Benkovo – prodaja
<b>7.</b>	Donja Svedruža - prodaja
<b>8.</b>	Štuparje – prodaja
<b>9.</b>	Rovno – prodaja
<b>10.</b>	Petrovsko – prodaja
<b>11.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>

#### DOSTAVA:

Pekom – Pregrada → 15,8 km; 24 min

Pregrada – Desinić (Konzum) → 9,2 km; 14 min

Desinić (Konzum – Strahinjčica) → 950 m; 1 min

Desinić (Strahinjčica) → Svetojurski vrh → 13,4 km; 19 min

Svetojurski vrh – Pregrada → 4,0 km; 6 min

---

#### PRODAJA

Pregrada – Gornja Svedruža → 8,2 km; 13 min

Gornja Svedruža – Benkovo → 3,8 km; 8 min

Benkovo – Donja Svedruža → 2,0 km; 4 min

Donja Svedruža – Štuparje → 2,1 km; 4 min

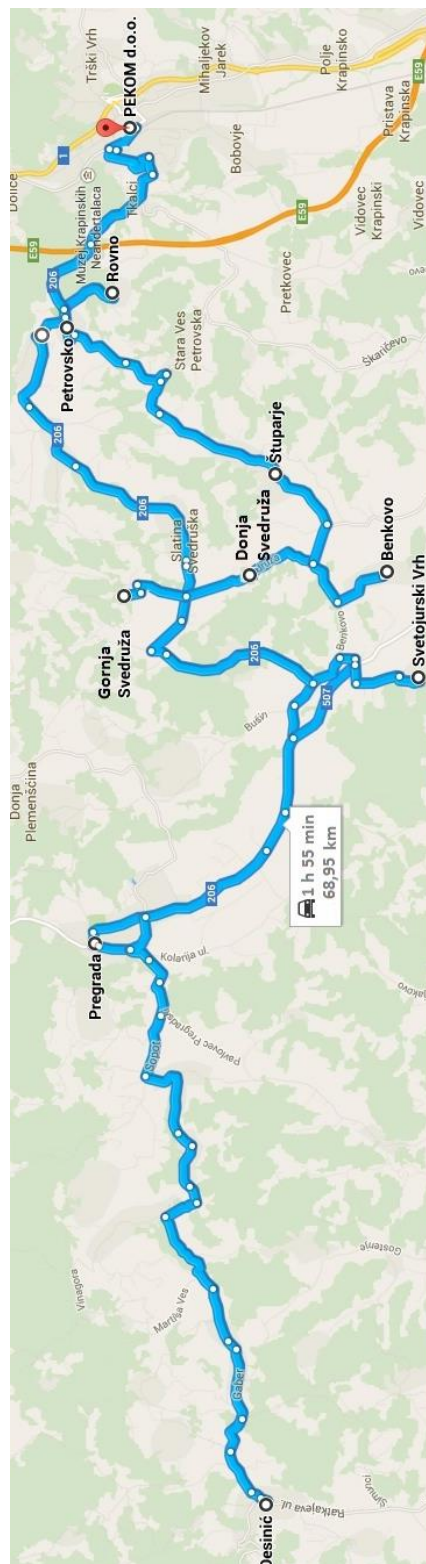
Štuparje – Rovno → 4,6 km; 9 min

Rovno – Petrovsko → 1,0 km; 3 min

Petrovsko – Pekom → 3,9 km; 10 min

---

**Ukupno: 68,95 km; 1 h 55 min**



Slika 37 Linija Desinić

#### 4.1.12 Linija Krapina prodaja

Iako sam naziv linije upućuje da se radi samo o prodaji, ova linija sadrži i dostavu ali samo na tri lokacije (tablica 13). Vozilo prvo dostavlja robu na te tri lokacije i zatim slijedi prodaja i na kraju povratak u pekaru. Ovdje je potrebno ukupno posjetiti 12 lokacija, te duljinu rute neće biti velika kao npr. u liniji Jesenje čija duljina rute iznosi 125,8 km.

**Tablica 13 Prikaz linije Krapina prodaja**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Lepajci – Trgocentar
<b>2.</b>	OŠ Lepajci
<b>3.</b>	Gornja Pačetina – Strahinjčica
<b>4.</b>	<b>PRODAJA</b>
<b>5.</b>	Pristava Krapinska
<b>6.</b>	Krapinski Vidovec
<b>7.</b>	Šabac
<b>8.</b>	Tkalci
<b>9.</b>	Mihaljekov Jarek
<b>10.</b>	Popovci
<b>11.</b>	Velika Ves
<b>12.</b>	Pekel
<b>13.</b>	Pustodol Začretnski
<b>14.</b>	<b>PEKOM</b>

#### DOSTAVA:

Pekom – Lepajci (Trgocentar) → 6,2 km; 10 min

Lepajci (Trgocentar) – OŠ Lepajci → 500 m; 2 min

OŠ Lepajci – Gornja Pačetina (Strahinjčica) → 600 m; 2 min

**PRODAJA:**

Gornja Pačetina (Strahinjčica) – Pristava Krapinska → 3,0 km; 5 min

Pristava Krapinska – Krapinski Vidovec → 3,0 km; 6 min

Krapinski Vidovec – Šabac → 3,5 km; 7 min

Šabac – Tkalci → 1,3 km; 4 min

Tkalci – Mihaljekov Jarek → 3,0 km; 8 min

Mihaljekov Jarek – Popovci → 2,7 km; 5 min

Popovci – Velika Ves → 1,3 km; 2 min

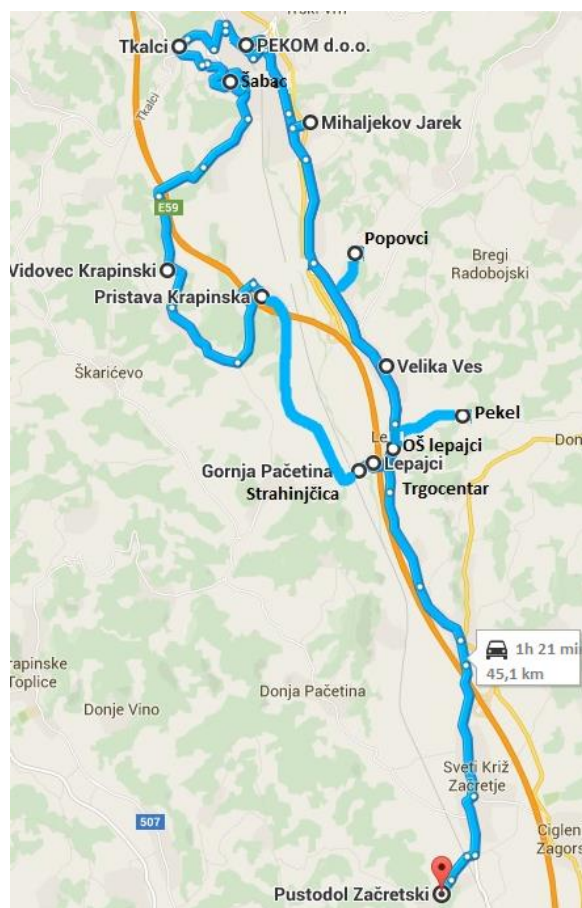
Velika Ves – Pekel → 1,5 km; 2 min

Pekel – Pustodol Začretski → 6,8 km; 10 min

Pustodol Začretski – Pekom → 11,7 km; 18 min

---

**Ukupno: 45,1 km; 1 h 21 min**



**Slika 38 Linija Krapina - prodaja**

Vidimo da ova linija ima duljinu rute **45,1 km**, te je uz linije Radoboj, Pregrada, Krapina, Krapinske Toplice i Desinić jedna od manjih linija s obzirom na ukupnu duljinu rute. Pregled samih linija poredanih po ukupnoj duljini rute prikazan je u tablici 14.

**Tablica 14 Pregled linija**

Linija	Kilometri	Vrijeme
<b>Jesenje</b>	125,8	3 h
<b>Putkovec</b>	122,5	2 h 57 min
<b>Sv. Križ Začretje</b>	114,7	2 h 42 min
<b>Krapina jug</b>	107,73	2 h 54 min
<b>Đurmanec</b>	97,8	2 h 12 min
<b>Radoboj, Mihovljan, Macelj</b>	91,95 km	2 h 34 min
<b>Krapinske Toplice</b>	69,75	2 h
<b>Desinić</b>	68,95	1 h 55 min
<b>Pregrada</b>	48	1 h 25 min
<b>Radoboj</b>	46,71 km	1 h 15 min
<b>Krapina prodaja</b>	45,1	1 h 21 min
<b>Krapina</b>	43	1 h 30 min



#### 4.1.13 Linije nedjeljom

Linija nedjeljom ima šest i one su spoj tjednih linija. Tri linije sastavljene su samo od dostave, dok druge tri sadrže i prodaju, ali najviše na dvije lokacije.

##### 4.1.13.1 Linija Putkovec, Sveti Križ Začretje

Linija je spoj linije Putkovec i Sv. Križ Začretje, te su ovdje izbačene sve lokacije koje se odnose na prodaju i lokacije koje se ne odnose na trgovine. Vozilo obavlja svu dostavu u jednom prolazu i u poduzeće se vraća tek kada posjeti svaku lokaciju.

**Tablica 15 Prikaz linije Putkovec, Sv. Križ Začretje**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Mala Erpenja
2.	Dubrovčan – Strahinjčica, Konzum
3.	Klanjec – Konzum
4.	Veliko Trgovišće – Konzum
5.	Oroslavje – Konzum, Strahinjčica, Preis
6.	Stubičke Toplice – Strahinjčica, Konzum
7.	Marija Bistrica – Konzum
8.	Konjščina – Konzum
9.	Zlatar Bistrica – Konzum, Preis
10.	Zlatar – Preis (2x)
11.	Bedekovčina – Konzum
12.	<b>PEKOM - istovar</b>

Pekom – Mala Erpenja → 13,6 km; 27 min

Mala Erpenja – Dubrovčan → 7,8 km; 13 min

Dubrovčan – Klanjec → 6,6 km; 10 min

Klanjec – Veliko Trgovišće → 16,7 km; 20 min

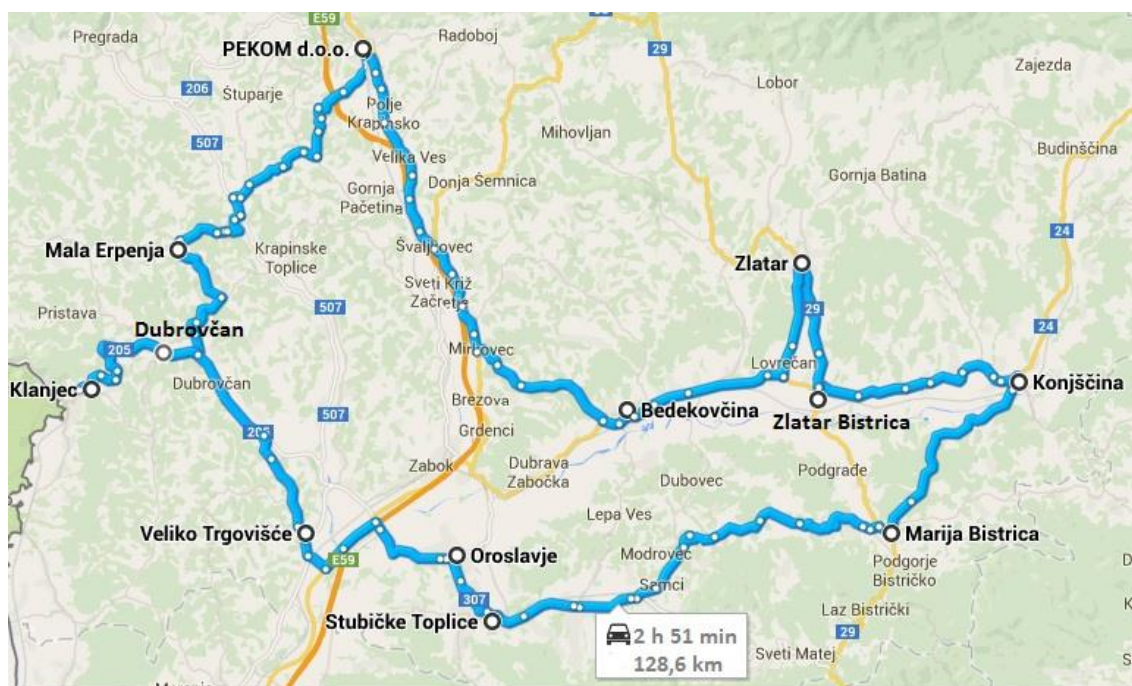
Veliko Trgovišće – Oroslavje (Konzum) → 7,6 km; 10 min

Oroslavje (Konzum) – Oroslavje (Strahinjčica) → 400 m; 1 min

Oroslavje (Strahinjčica) – Oroslavje (Preis) → 300 m; 1 min  
 Oroslavje (Preis) – Stubičke Toplice (Strahinjčica) → 3,5 km; 6 min  
 Stubičke Toplice (Strahinjčica) – Stubičke Toplice (Konzum) → 400 m; 1 min  
 Stubičke Toplice (Konzum) – Marija Bistrica → 17,6 km; 23 min  
 Marija Bistrica – Konjščina → 9,1 km; 12 min  
 Konjščina – Zlatar Bistrica (Konzum) → 9,2 km; 12 min  
 Zlatar Bistrica (Konzum) – Zlatar Bistrica (Preis) → 900 m; 2 min  
 Zlatar Bistrica (Preis) – Zlatar (Preis br.5) → 4,5 km; 5 min  
 Zlatar (Preis br.5) – Zlatar (Preis br.1) → 190 m; 1 min  
 Zlatar (Preis br.1) – Bedekovčina → 10,8 km; 14 min  
 Bedekovčina – Pekom → 19,4 km; 25 min

---

**Ukupno: 128,59 km; 2 h 51 min**



**Slika 39 Linija Putkovec i Sv. Križ Začretje**

#### 4.1.13.2 Linija Krapina, Krapina Jug

U ovoj liniji kao i u prethodnoj nema prodaje, te se sva dostava odnosi na trgovine. Također nema dostave po Pekom trgovinama kao u liniji Krapina jug. Nakon što vozilo obavi svu dostavu potrebno je još pokupiti sanduke po trgovinama. U sakupljanje sanduka nisu uključene dvije lokacije: Škarićevo (TIM promet) i Petrovsko (Trgocentar).

**Tablica 16 Prikaz linije Krapina, Krapina Jug**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Šabac – Trgostil
<b>2.</b>	Škarićevo – TIM promet
<b>3.</b>	Petrovsko – Trgocentar
<b>4.</b>	Doliće – Konzum
<b>5.</b>	KTC
<b>6.</b>	NTL
<b>7.</b>	Krapina – Konzum (Ulica Ljudevita Gaja)
<b>8.</b>	Polje Krapinsko – Poslon, Strahinjčica
<b>9.</b>	Mihaljekov Jarek – Konzum
<b>10.</b>	Krapina – Strahinjčica (Ulica Ante Starčevića)
<b>11.</b>	Krapina – Strahinjčica ( Trg Ljudevita Gaja)
<b>12.</b>	Krapina – Poslon
<b>13.</b>	Krapina – Konzum (Ulica Matije Gupca)
<b>14.</b>	Podgora – Strahinjčica
<b>15.</b>	Uzimanje sanduka po trgovinama
<b>16.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>

#### DOSTAVA:

Pekom – Šabac → 1,3 km; 4 min

Šabac – Škarićevo → 5,3 km; 10 min

Škarićevo – Petrovsko → 5,9 km; 10 min

Petrovsko – Doliće → 4,7 km; 10 min

Doliće – KTC → 3,7 km; 7 min

KTC – NTL → 1,3 km; 3 min

NTL – Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) → 950 m; 3 min

Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) – Polje Krapinsko (Poslon) → 1,8 km; 4 min

Polje Krapinsko (Poslon) – Polje Krapinsko (Strahinjčica) → 1,1 km; 1 min

Polje Krapinsko (Strahinjčica) – Mihaljekov Jarek → 300 m; 1 min

Mihaljekov Jarek – Strahinjčica (Ulica A. Starčevića) → 1,4 km; 3 min

Strahinjčica (Ulica A. Starčevića) – Strahinjčica ( Trg Ljudevita Gaja) → 700 m; 3 min

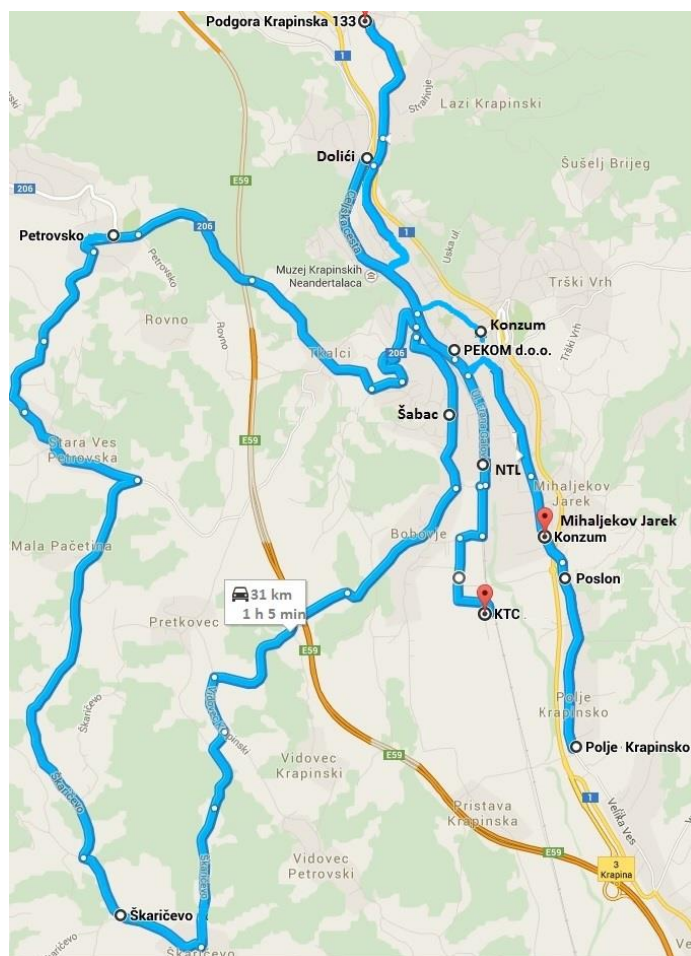
Strahinjčica ( Trg Ljudevita Gaja) – Krapina (Poslon) → 600 m; 2 min

Krapina (Poslon) – Konzum (Ulica Matije Gupca) → 250 m; 1 min

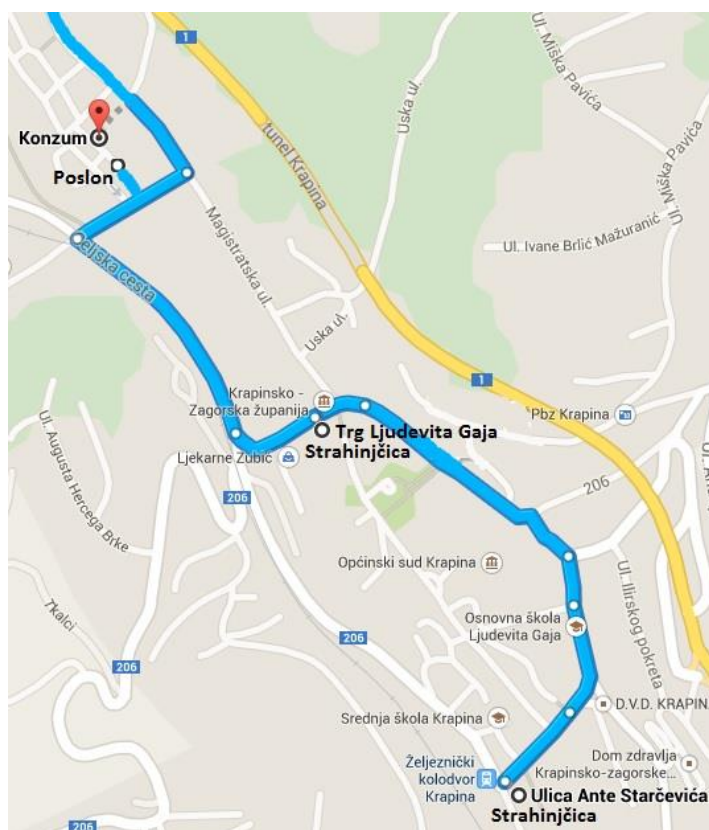
Konzum (Ulica Matije Gupca) – Podgora → 1,7 km; 3 min

---

**Ukupno: 31 km; 1 h 5 min**



**Slika 40 Linija Krapina, Krapina Jug**



Slika 41 Linija Krapina, Krapina Jug – Strahinjčica, Konzum i Poslon

#### Uzimanje sanduka po trgovinama:

Podgora – Doliće → 1,2 km; 2 min

Doliće – Konzum (Ulica Matije Gupca) → 650 m; 1 min

Konzum (Ulica Matije Gupca) – Krapina (Poslon) → 250 m; 1 min

Krapina (Poslon) – Šabac → 1,3 km; 4 min

Šabac – KTC → 1,8 km; 4 min

KTC – Polje Krapinsko (Strahinjčica) → 2,2 km; 4 min

Polje Krapinsko (Strahinjčica) – Polje Krapinsko (Poslon) → 1,1 km; 1 min

Polje Krapinsko (Poslon) – Mihaljekov Jarek → 300 m; 1 min

Mihaljekov Jarek – NTL → 800 m; 2 min

NTL – Strahinjčica (Ulica A. Starčevića) → 600 m; 1 min

Strahinjčica (Ulica A. Starčevića) – Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) → 350 m; 2 min

Konzum (Ulica Ljudevita Gaja) – Strahinjčica (Trg Ljudevita Gaja) → 400 m; 1 min

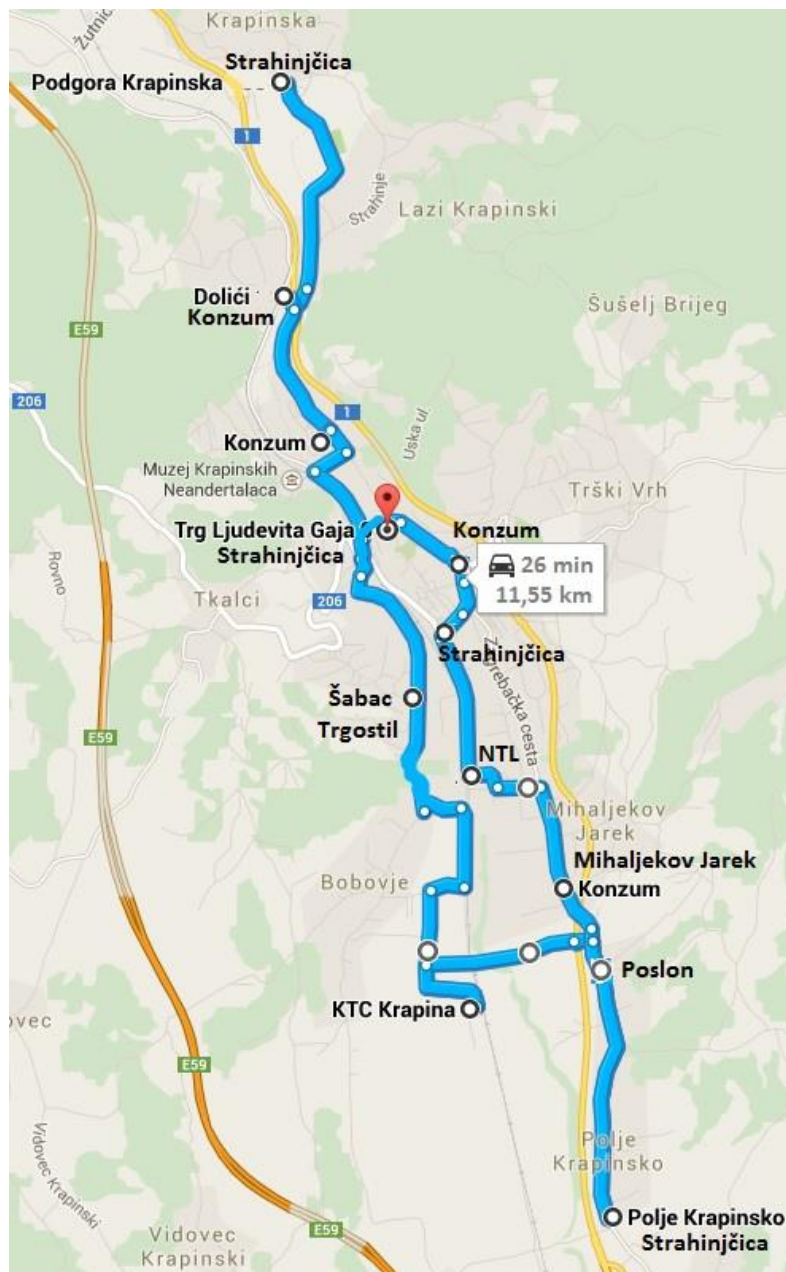
Strahinjčica (Trg Ljudevita Gaja) – Pekom → 600 m; 2 min

---

**Ukupno: 11,55 km; 26 min**



Ukupna duljina cijele rute je **42,55 km**, a vrijeme potrebno vozilu da obavi dostavu, sakupi sanduke po trgovinama i vrati se u pekaru je 1 sat i 31 minuta.



Slika 42 Linija Krapina, Krapina Jug - uzimanje sanduka po trgovinama

#### 4.1.13.3 Linija Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada

Za razliku od prethodne dvije linije, koje su bile spoj dviju linija, ovdje su spojene tri linije: Desinić, Krapinske Toplice i Pregrada. U ovoj liniji je samo jedna prodaja (lokacija Svedruža), a sve ostale lokacije vezane su uz dostavu po trgovinama kako je prikazano u tablici 17. Iz tablice je vidljivo da se vozilo vraća u pekaru tek kada posjeti sve lokacije.

**Tablica 17 Prikaz linije Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Desinić – Konzum, Strahinjčica
2.	Krapinske Toplice: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trgovina Kustura</li> <li>• Trgocentar ( Ulica Ljudevita Gaja)</li> <li>• Strahinjčica (Ulica Matije Gupca)</li> <li>• Konzum (Zagrebačka ulica)</li> <li>• Strahinjčica (Ulica A. Mihanovića)</li> <li>• Konzum (Ulica A. Mihanovića)</li> </ul>
3.	Benkovo – Trgocentar
4.	Pregrada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzum (Ulica Janka Leskovara)</li> <li>• ZTC</li> <li>• Konzum (Trg Gospe Kunagorske)</li> <li>• Gavranović</li> <li>• Strahinjčica</li> <li>• Diskont Posavec</li> </ul>
5.	Svedruža – Strahinjčica
6.	Preseka Petrovska (Trgovina „Sviječnjak“)
7.	Svedruža – prodaja
8.	<b>PEKOM</b>

**DOSTAVA:**

Pekom – Desinić (Strahinjčica) → 23,3 km; 35 min

Desinić (Strahinjčica) – Desinić (Konzum) → 950 m; 1 min

Desinić (Konzum) – Krapinske Toplice (Trgovina Kustura) → 22,0 km; 28 min

Krapinske Toplice:

- Trgovina Kustura – Trgocentar → 1,5 km; 3 min
- Trgocentar – Strahinjčica → 400 m; 1 min
- Strahinjčica – Konzum (Zagrebačka ulica) → 650 m; 2 min
- Konzum (Zagrebačka ulica) – Strahinjčica ( A. Mihanovića) → 700 m; 2 min
- Strahinjčica (A. Mihanovića) – Konzum (A. Mihanovića) → 500 m; 1 min

Konzum (A. Mihanovića) Benkovo → 6,5 km; 8 min

Benkovo – Pregrada (Konzum) → 3,6 km; 4 min

Pregrada:

- Konzum (J. Leskovara) – ZTC → 1,6 km; 3 min
- ZTC – Konzum (Trg Gospe Kunagorske) → 84 m; 1 min
- Konzum (Trg Gospe Kunagorske) – Gavranović → 450 m; 1 min
- Gavranović – Strahinjčica → 450 m; 1 min
- Strahinjčica – Diskont Posavec ( J. Leskovara) → 650 m; 1 min

Diskont Posavec – Svedruža (Strahinjčica) → 5,2 km; 7 min

Svedruža (Strahinjčica) – Preseka Petrovska → 3,7 km; 5 min

---

**PRODAJA:**

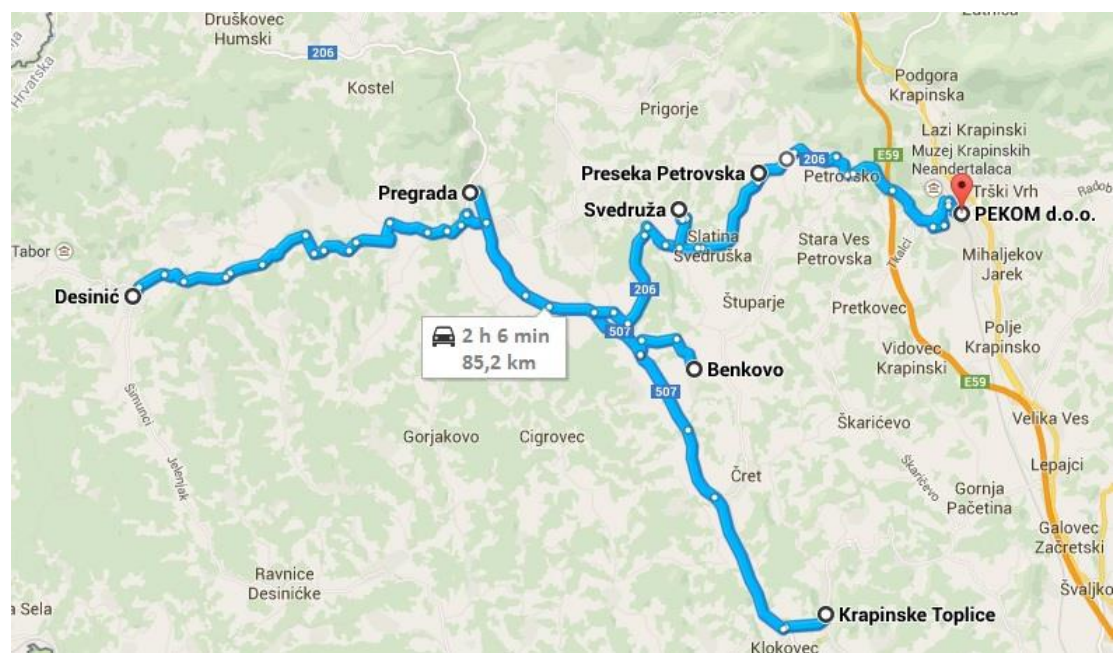
Preseka Petrovska – Svedruža → 3,7 km; 5 min

Svedruža – Pekom → 9,3 km; 17 min

---

**Ukupno: 85,23 km; 2 h 6 min**





Slika 43 Linija Desinić, Krapinske Toplice i Pregrada

#### 4.1.13.4 Linija Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

Linija je spoj četiri linije iako su u nazivu navedene tri. Četvrta linija je Krapina jug, a lokacije koje se odnose na tu liniju su Bovobje (Trgostil) i Pekom (Magistratska ulica). Najviše lokacija je iz linije Jesenje: Vrbno, Cvetlin, Bednja i Gornje Jesenje. Linija je sastavljena samo od dostave robe po trgovinama.

**Tablica 18 Prikaz linije Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice**

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Bobovje – Trgostil
2.	Pekom – Magistratska Ulica
3.	Tkalci – Strahinjčica
4.	Vrbno – Strahinjčica
5.	Bednja – Strahinjčica
6.	Cvetlin – Strahinjčica
7.	Gornje Jesenje – Konzum
8.	Krapinske Toplice – Trgocentar
9.	Štuparje – Strim
10.	<b>PEKOM - istovar</b>

Pekom – Bobovje → 1,7 km; 4 min

Bobovje – Pekom (Magistratska Ulica) → 2,2 km; 6 min

Pekom (Magistratska Ulica) – Tkalci → 2,2 km; 6 min

Tkalci – Vrbno → 17,2 km; 24 min

Vrbno – Bednja → 6,5 km; 9 min

Bednja – Cvetlin → 8,7 km; 11 min

Cvetlin – Gornje Jesenje → 14,9 km; 20 min

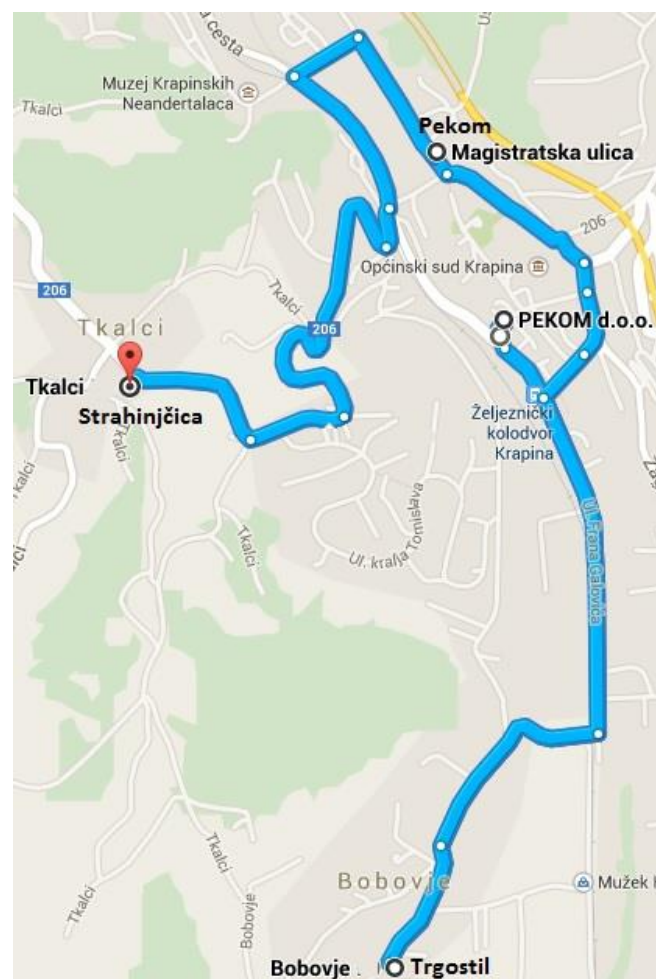
Gornje Jesenje – Krapinske Toplice → 22,7 km; 31 min

Krapinske Toplice – Štuparje → 8,4 km; 14 min

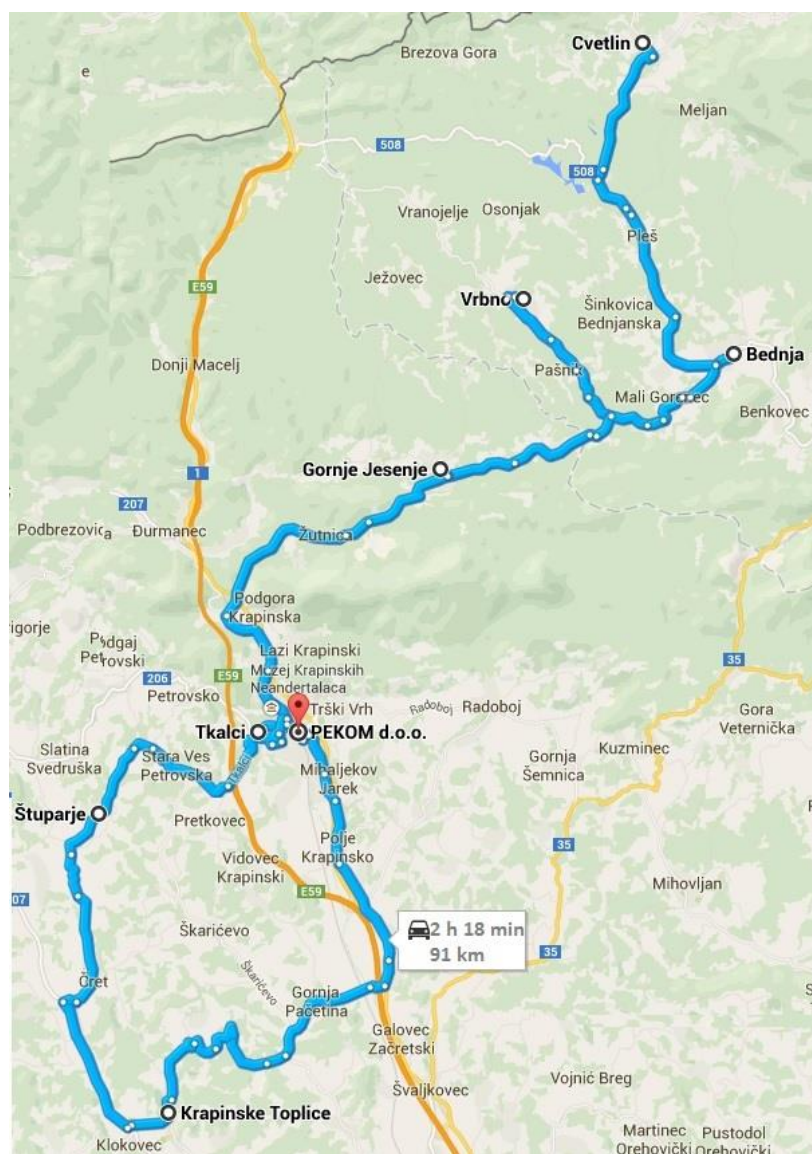
Štuparje – Pekom → 6,5 km; 13 min

---

**Ukupno: 91 km; 2 h 18 min**



Slika 44 Linija Krapina, Jesenje, Kr. Toplice – do Tkalci



Slika 45 Linija Krapina, Jesenje, Kr. Toplice – od Tkalci

## 4.1.13.5 Linija Radoboj, Mihovljan

Kao i prethodna linija i ova linija je spoj četiri linije: Krapina prodaja, Radoboj, linija Radoboj, Mihovljan, Macelj i linije Putkovec, što iz samog naziva nije vidljivo. Samo jedna lokacija spada u liniju Putkovec a to je lokacija Donja Šemnica (Gavranović). Na kraju ove linije vozilo obavlja prodaju na lokacijama Mihovljan i Kuzminec i nakon obavljene prodaje vraća se u pekaru čime je ruta završena.

Tablica 19 Prikaz linije Radoboj, Mihovljan

REDNI BROJ	MJESTO DOSTAVE
1.	Trški vrh – Agrodemal
2.	Radoboj: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trgodes</li> <li>• Strahinjčica</li> <li>• Trgocentar</li> </ul>
3.	Gornja Šemnica – Gavranović
4.	Mihovljan: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzum</li> <li>• Trgocentar</li> <li>• Trgovina „Nikola“</li> </ul>
5.	Sv. Križ Začretje: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahinjčica</li> <li>• Mišak</li> <li>• „Dunav“</li> <li>• Konzum</li> </ul>
6.	Švaljkovec – Trgodes
7.	Donja Šemnica – Gavranović
8.	Gornja Pačetina – Strahinjčica
9.	Lepajci – Trgocentar
10.	Jazvine – Trgocentar

<b>11.</b>	Radobojski Bregi – Strahinjčica
<b>12.</b>	Radoboj – Hrvoj promet 1 i 2
<b>13.</b>	Mihovljan – prodaja
<b>14.</b>	Kuzminec – prodaja
<b>15.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>

Pekom – Trški Vrh → 1,7 km; 5 min

Trški Vrh – Radoboj (Trgodes) → 4,9 km; 7 min

Radoboj:

- Trgodes – Strahinjčica → 1,7 km; 3 min
- Strahinjčica – Trgocentar → 120 m; 1 min

Radoboj (Trgocentar) – Gornja Šemnica → 2,3 km; 4 min

Gornja Šemnica – Mihovljan (Konzum) → 5,0 km; 7 min

Mihovljan:

- Konzum – Trgocentar → 130 m; 1 min
- Trgocentar – Trgovina Nikola → 120 m; 1 min

Mihovljan (Trgovina Nikola) – Sv. Križ Začretje (Strahinjčica) → 13,9 km; 17 min

Sv. Križ Začretje:

- Strahinjčica – Mišak → 500 m; 1 min
- Mišak – Dunav → 550 m; 1 min
- Dunav – Konzum → 450 m; 1 min

Sv. Križ Začretje (Konzum) – Švaljkovec → 2,0 km; 3 min

Švaljkovec – Donja Šemnica → 3,7 km; 4 min

Donja Šemnica – Gornja Pačetina → 3,6 km; 6 min

Gornja Pačetina – Lepajci → 200 m; 1 min

Lepajci – Jazvine → 4,4 km; 7 min

Jazvine – Radobojski bregi → 1,2 km; 2 min

Radobojski Bregi – Radoboj (Hrvoj promet 1) → 2,8 km; 6 min

Radoboj (Hrvoj promet 1) – Radoboj (Hrvoj promet 2) → 550 m; 1 min



**PRODAJA:**

Radoboj (Hrvoj promet 2) – Mihovljan → 7,1 km; 11 min

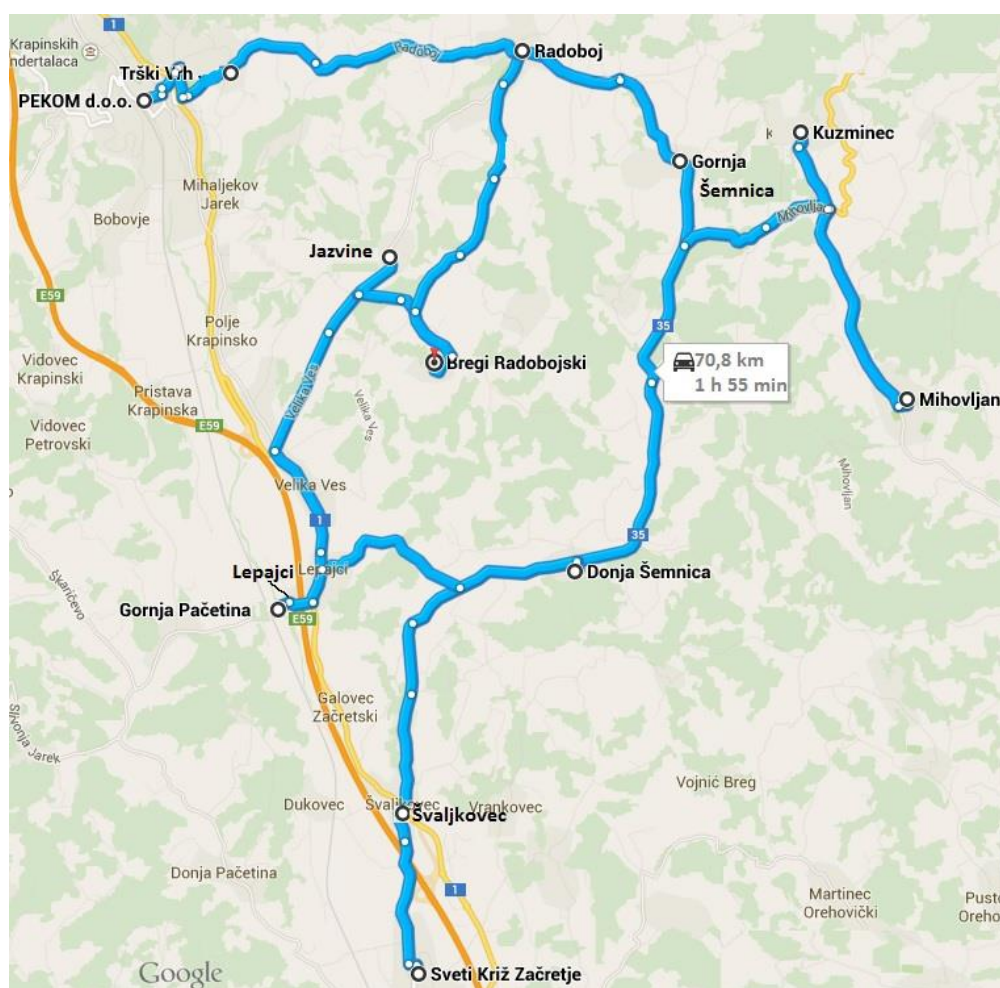
Mihovljan – Kuzminec → 3,2 km; 6 min

Kuzminec – Pekom → 10,7 km; 19 min

---

**Ukupno: 70,82 km; 1 h 55 min**

---



**Slika 46 Linija Radoboj, Mihovljan**

#### 4.1.13.6 Linija Đurmanec

Sve lokacije su iz linije Đurmanec osim lokacija: Putkovec (trgovina Belošević) koja pripada liniji Putkovec i lokacija Donji i Gornji Macelj koji su dio linije Radoboj, Mihovljan, Macelj. U odnosu na ostale linije ovo je najmanja linija nedjeljom jer se sastoji od samo 8 lokacija koje vozilo treba posjetiti. Jedina prodaja je na lokacijama Gornji i Donji Macelj.

**Tablica 20 Prikaz linije Đurmanec**

<b>REDNI BROJ</b>	<b>MJESTO DOSTAVE</b>
<b>1.</b>	Pekom – utovar
<b>2.</b>	Donje Jesenje – Trgovina Artiće
<b>3.</b>	Putkovec – trgovina Belošević
<b>4.</b>	Đurmanec – Konzum
<b>5.</b>	Hromec – Strahinjčica
<b>6.</b>	Hum na Sutli – Konzum
<b>7.</b>	Donji i Gornji Macelj – prodaja
<b>8.</b>	<b>PEKOM - istovar</b>

Pekom – Donje Jesenje → 10,6 km; 18 min

Donje Jesenje – Putkovec → 8,5 km; 14 min

Putkovec – Đurmanec → 3,4 km; 6 min

Đurmanec – Hromec → 3,7 km; 5 min

Hromec – Hum na Sutli → 10,9 km; 12 min

Hum na Sutli – Donji Macelj → 18,5 km; 20 min

Donji Macelj – Gornji Macelj → 2,7 km; 4 min

Gornji Macelj – Pekom → 12 km; 18 min

---

**Ukupno: 70,3 km; 1 h 37 min**





Slika 47 Linija Krapina, Đurmanec

## 4.2 Poboljšanja linija dostava

U trećem poglavlju opisali smo algoritme koji se koriste u rješavanju problema trgovačkog putnika. Na svim linijama dostave primijeniti ćemo Clark i Wright algoritam ušteda. Za svaku liniju treba pronaći minimalne duljine puta i minimalno vrijeme potrebno za obilazak svih lokacija. U linijama nemamo nikakvih ograničenja što se tiče kapaciteta, duljine rute ili vremena, ali postoje linije u kojima nakon dostave slijedi sakupljanje sanduka po trgovinama. Na samom početku potrebno je izraditi matrice udaljenosti i matrice ušteda. Matrica udaljenosti je prikaz svih međusobnih udaljenosti lokacija koje se nalaze unutar određene linije. Na temelju tih udaljenosti računamo matricu ušteda koja je potrebna kako bi mogli provesti Clark i Wright algoritam.

U tablicama ćemo za određene trgovine koristiti samo oznake umjesto punog imena radi lakšeg prikazivanja, a za prodaju i dostavu koristiti ćemo oznake D (dostava) i P (prodaja).

**Oznake trgovina:** K – Konzum, T – Trgocentar, Ts – Trgostil, Tr – Trgodes, A – Agrodemal, G – Gavranović, N – trgovina Nikola, S – Strahinjčica, Po – Posavec, M – Mišak, H – Hrvoj promet, Pr – Preis, Du – Dunav, Ku – Kustura

### 4.2.1 Linija Putkovec

Ova linija sastoji se od dva dijela te ćemo imati dvije matrice udaljenosti. Za prvi dio matrica udaljenosti je prikazana u tablici 20. Potrebno je napraviti i vremensku matricu (Tablica 21) koja nam prikazuje vremena potrebna vozilu da prijeđe udaljenosti prikazane u matrici udaljenosti.

#### 4.2.1.1 Prvi dio rute

**Tablica 21 Matrica udaljenosti (prvi dio)**

km	Pekom	Donja Šemnica	Veliko Trgovišće	Dubrovčan	Klanjec	Sv. Križ Začretje
<b>Pekom</b>	-	8,4	24	22,5	28,6	10,6
<b>Donja Šemnica</b>		-	19,5	19,9	26	6
<b>Veliko Trgovišće</b>			-	10,4	16,9	13,5
<b>Dubrovčan</b>				-	6,6	19,7
<b>Klanjec</b>					-	25,8
<b>Sv. Križ Začretje</b>						-

**Tablica 22 Vremenska matrica (prvi dio)**

min	Pekom	Donja Šemnica	Veliko Trgovišće	Dubrovčan	Klanjec	Sv. Križ Začretje
<b>Pekom</b>	-	14	32	35	43	14
<b>Donja Šemnica</b>		-	25	31	39	7
<b>Veliko Trgovišće</b>			-	13	21	17
<b>Dubrovčan</b>				-	10	23
<b>Klanjec</b>					-	30
<b>Sv. Križ Začretje</b>						-

Kada imamo matricu udaljenosti možemo izračunati uštede. Njih računamo prema formuli:

$$s_{ij} = c_{0i} + c_{0j} - c_{ij}$$

#### Računanje ušteda:

1. (Pekom→Donja Šemnica) + (Pekom→Veliko Trgovišće) – (Donja Šemnica→Veliko Trgovišće) =  $8,4 + 24 - 19,5 = 12,9$
2. (Pekom→Donja Šemnica) + (Pekom→Dubrovčan) – (Donja Šemnica→Dubrovčan) =  $8,4 + 22,5 - 19,9 = 11$
3. (Pekom→Donja Šemnica) + (Pekom→Klanjec) – (Donja Šemnica→Klanjec) =  $8,4 + 28,6 - 26 = 11$
4. (Pekom→Donja Šemnica) + (Pekom→Sv. Križ Začretje) – (Donja Šemnica→ Sv. Križ Začretje) =  $8,4 + 10,6 - 6 = 13$
5. (Pekom→Veliko Trgovišće) + (Pekom→Dubrovčan) – (Veliko Trgovišće→Dubrovčan) =  $24 + 22,5 - 10,4 = 36,1$
6. (Pekom→ Veliko Trgovišće) + (Pekom→Klanjec) – (Veliko Trgovišće→Klanjec) =  $24 + 28,6 - 16,9 = 35,7$
7. (Pekom→ Veliko Trgovišće) + (Pekom→Sv. Križ Začretje) – (Veliko Trgovišće→ Sv. Križ Začretje) =  $24 + 10,6 - 13,5 = 21,1$
8. (Pekom→Dubrovčan) + (Pekom→Klanjec) – (Dubrovčan→Klanjec) =  $22,5 + 28,6 - 6,6 = 44,5$
9. (Pekom→ Dubrovčan) + (Pekom→Sv. Križ Začretje) – (Dubrovčan → Sv. Križ Začretje) =  $22,5 + 10,6 - 19,7 = 13,4$
10. (Pekom→ Klanjec) + (Pekom→Sv. Križ Začretje) – (Klanjec → Sv. Križ Začretje) =  $28,6 + 10,6 - 25,8 = 13,4$

Tablica 23 Matrica ušteta (prvi dio)

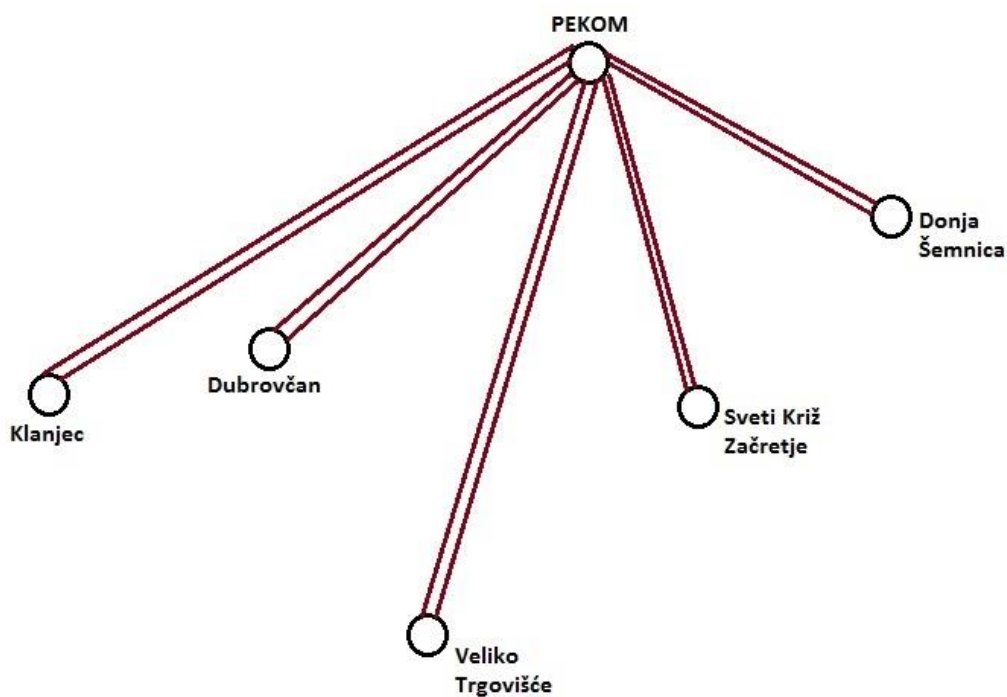
UŠTEDE/km	Pekom	Donja Šemnica	Veliko Trgovišće	Dubrovčan	Klanjec	Sv. Križ Začretje
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Donja Šemnica</b>		-	12,9	11	11	13
<b>Veliko Trgovišće</b>			-	36,1	35,7	21,1
<b>Dubrovčan</b>				-	44,5	13,4
<b>Klanjec</b>					-	13,4
<b>Sv. Križ Začretje</b>						-

U sljedećem koraku Clark i Wright algoritma potrebno je poredati uštete od najveće prema najmanjoj. Počevši od najveće uštete, potrebno je formirati veće rute dodavanjem rute  $(i,j)$  i brisanjem ruta  $(i,0)$  i  $(0,j)$ , pod uvjetom da je ta nova ruta moguća.

U crtanju grafa prvo je potrebno generirati rute  $(0, i, 0)$  za  $i = 1, \dots, n$ .

U ovom slučaju su to rute (Slika 48):

- Pekom – Donja Šemnica – Pekom
- Pekom – Sveti Križ Začretje – Pekom
- Pekom – Veliko Trgovišće – Pekom
- Pekom – Klanjec – Pekom
- Pekom – Dubrovčan – Pekom

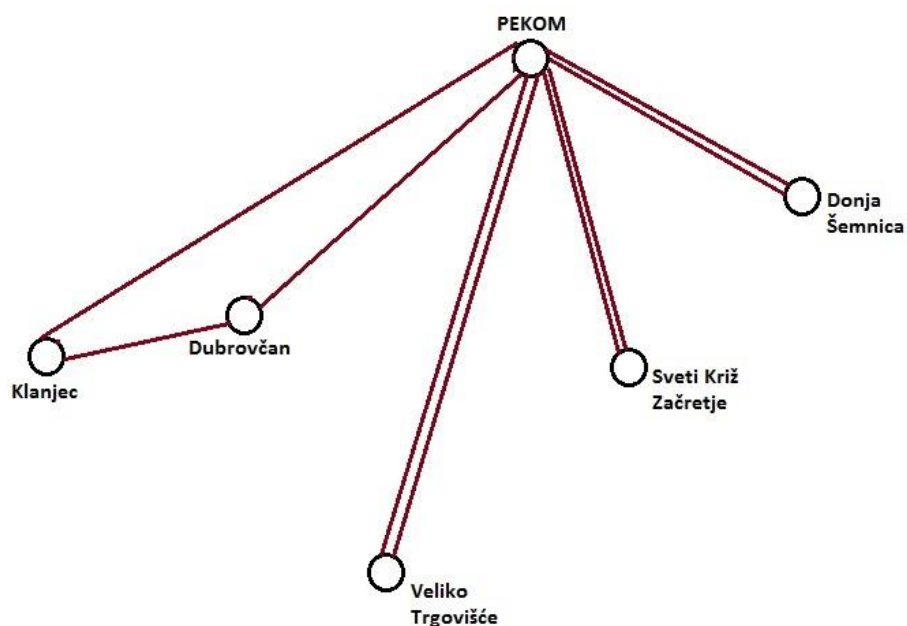


Slika 48 Početne rute

**Poredak ušteta:**

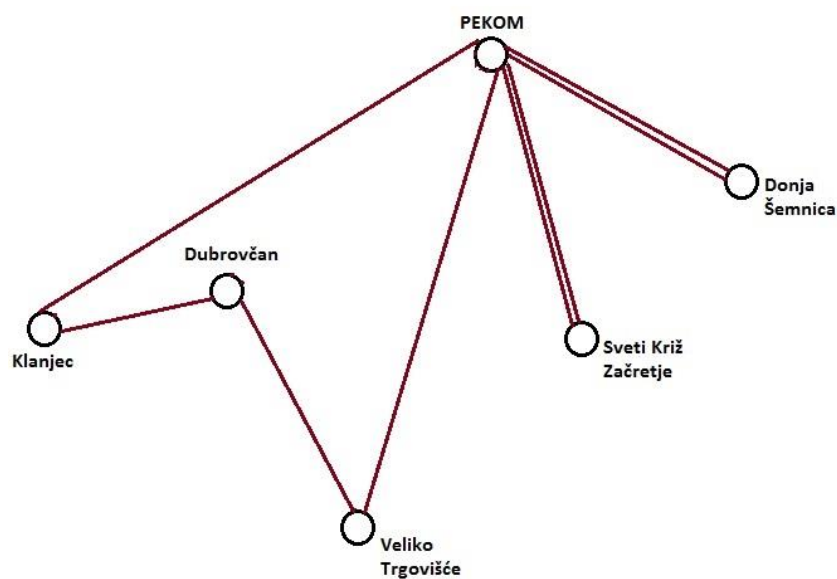
1. Dubrovčan – Klanjec = 44,5 km
2. Veliko Trgovišće – Dubrovčan = 36,1 km
3. Veliko Trgovišće – Klanjec = 35,7 km
4. Veliko Trgovišće – Sveti Križ Začretje = 21,1 km
5. Dubrovčan – Sveti Križ Začretje = 13,4 km
6. Klanjec – Sveti Križ Začretje = 13,4 km
7. Donja Šemnica – Sveti Križ Začretje = 13 km
8. Donja Šemnica – Veliko Trgovišće = 12,9 km
9. Donja Šemnica – Dubrovčan = 11 km
10. Donja Šemnica – Klanjec = 11 km

Prva ušteta je **Dubrovčan – Klanjec = 44,5 km** te nju dodajemo u rutu brisanjem ruta Pekom – Klanjec, Pekom – Dubrovčan i dodavanjem rute Dubrovčan – Klanjec (Slika 49).



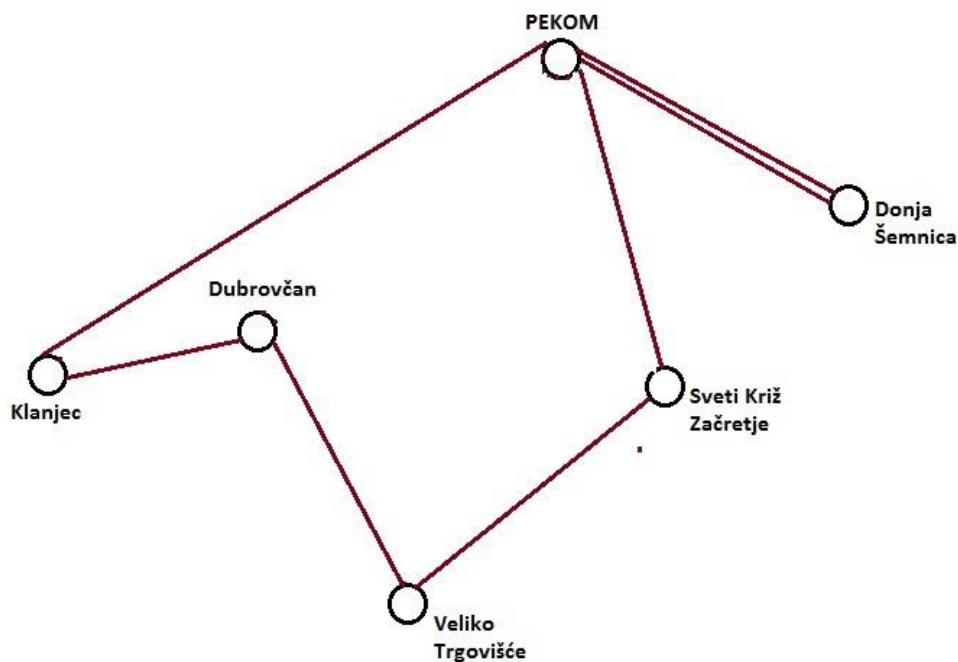
Slika 49 Prvi korak

Sljedeća ušteda je **Veliko Trgovišće – Dubrovčan = 36,1 km**. Nju možemo dodati u rutu brisanjem ruta Dubrovčan – Pekom, Veliko Trgovišće – Pekom i dodavanjem rute Dubrovčan – Veliko Trgovišće (Slika 50).



Slika 50 Drugi korak

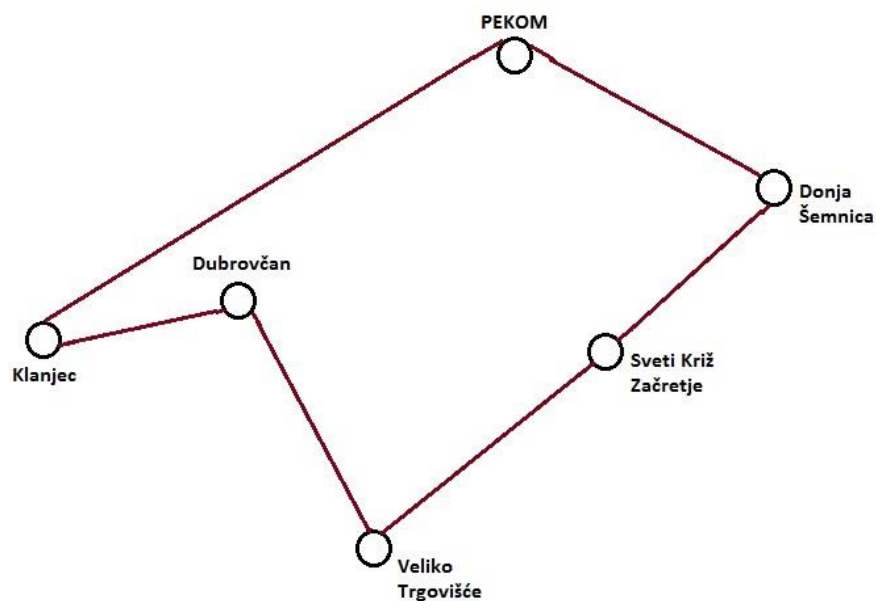
Zatim slijedi ušteda **Veliko Trgovišće – Klanjec = 35,7 km** ali ona ne može ući u rutu jer bi time zatvorili ciklus i ne bi mogli dalje generirati rutu. Ušteda koju možemo dodati je **Veliko Trgovišće – Sveti Križ Začretje = 21,1 km** (Slika 51).



Slika 51 Treći korak

Uštede Dubrovčan – Sveti Križ Začretje = 13,4 km i Klanjec – Sveti Križ Začretje = 13,4 km ne možemo dodati u rutu jer bi time stvorili brid trećeg stupnja i zatvorili ciklus. Dodajemo sljedeću uštedu a to je ušteda **Donja Šemnica – Sveti Križ Začretje = 13 km** (Slika 52), kojom smo kompletirali cijelu rutu.





Slika 52 Četvrti korak

**Dobivena ruta:**

Pekom – Donja Šemnica – Sveti Križ Začretje – Veliko Trgovišče – Dubrovčan – Klanjec – Pekom

**Kilometri:**  $8,4 + 6 + 13,5 + 10,4 + 6,6 + 28,6 = 73,5$  km

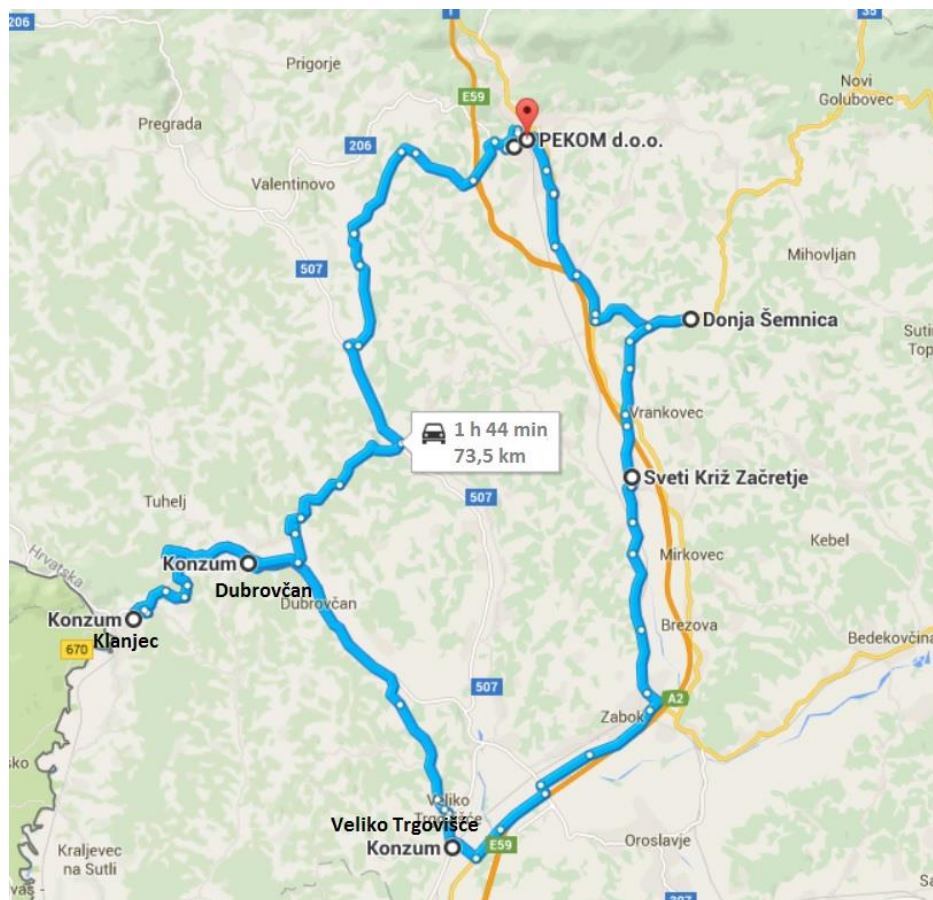
**Vrijeme:**  $14 + 7 + 17 + 13 + 10 + 43 = 104$  min = 1 h 44 min

**Stara ruta:**

Pekom – Donja Šemnica – Veliko Trgovišče – Dubrovčan – Klanjec – Sveti Križ Začretje – Pekom

**Kilometri:** 81,3 km

**Vrijeme:** 1 h 49 min



Slika 53 Dobivena ruta – prvi dio

#### 4.2.1.2 Drugi dio rute

Drugi dio linije Putkovec sastavljen je od dostave i prodaje koje u originalnoj ruti nisu potpuno odvojene jedna od druge, kao što će to biti slučaj u nekim drugim linijama. Matrica udaljenosti prikazana je u tablici 24. Sve uštede izračunate su pomoću programa Excel (slika 54). Na ovaj način izračunate su uštede i u ostalim linijama

km	Pekom	Podgora Kr.	"Kod Žarka"	Jezerišće
Pekom	-	3,1	6,8	9,7
Podgora Kr.		-	4,1	7,1
"Kod Žarka"			-	4,1
Jezerišće				-
Trg. Nenad				
Prigorje				
Putkovec				
Goričanovec				
Donji Macelj				
Đurmanec (Konzum)				
OŠ Đurmanec				
UŠTEDE/km	Pekom	Podgora Kr.	"Kod Žarka"	Jezerišće
Pekom	-	-	-	-
Podgora Kr.		-	=L2+M2-M3	5,7
"Kod Žarka"			-	12,4
Jezerišće				-

Slika 54 Računanje ušteda pomoću Excel-a

Tablica 24 Matrica udaljenosti (drugi dio)

km	Pekom	Podgora Kr.	"Kod Žarka"	Jezerišće	Trg. Nenad	Prigorje	Putkovec	Goričanovec	Donji Macelj	Đurmanec (K)	OŠ Đurmanec
<b>Pekom</b>	-	3,1	6,8	9,7	8,9	11,2	9,8	8,9	9,5	5,5	6
<b>Podgora Kr.</b>		-	4,1	7,1	6,2	8,5	7,1	6,4	6,3	2,9	3,3
<b>"Kod Žarka"</b>			-	4,1	2,2	4	3,1	3,2	5,2	1,3	0,75
<b>Jezerišće</b>				-	6,2	8,6	7,1	7,2	8,2	4,2	3,7
<b>Trg. Nenad</b>					-	1,8	1	0,95	7,3	3,4	2,8
<b>Prigorje</b>						-	2	1,9	9,7	5,7	5,2
<b>Putkovec</b>							-	2	8,2	4,3	3,7
<b>Goričanovec</b>								-	7,5	3,5	3,8
<b>Donji Macelj</b>									-	3,8	4,2
<b>Đurmanec (K)</b>										-	0,6
<b>OŠ Đurmanec</b>											-

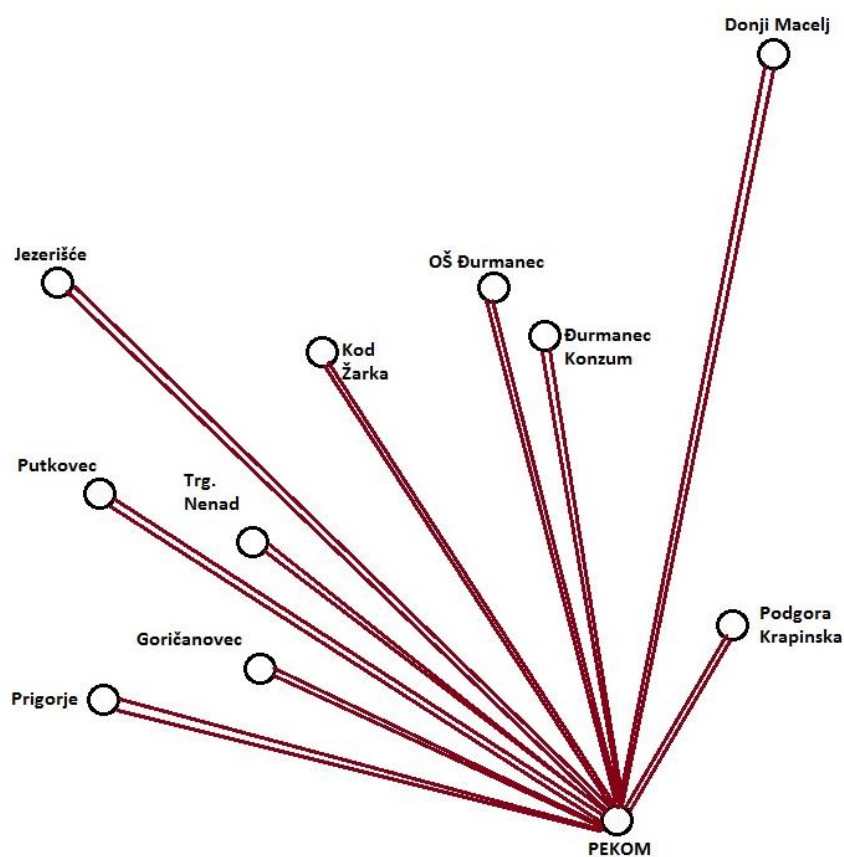
Tablica 25 Vremenska matrica (drugi dio)

min	Pekom	Podgora Kr.	"Kod Žarka"	Jezerišće	Trg. Nenad	Prigorje	Putkovec	Goričanovec	Donji Macelj	Đurmanec (K)	OŠ Đurmanec
<b>Pekom</b>	-	6	11	15	14	17	15	14	12	8	9
<b>Podgora Kr.</b>		-	7	10	9	12	11	11	7	4	5
<b>"Kod Žarka"</b>			-	8	4	7	5	6	7	3	2
<b>Jezerišće</b>				-	10	12	11	11	10	6	5
<b>Trg. Nenad</b>					-	3	2	2	10	6	5
<b>Prigorje</b>						-	4	4	13	9	8
<b>Putkovec</b>							-	4	12	7	6
<b>Goričanovec</b>								-	12	7	7
<b>Donji Macelj</b>									-	5	6
<b>Đurmanec (K)</b>										-	1
<b>OŠ Đurmanec</b>											-

Tablica 26 Matrica ušteta (drugi dio)

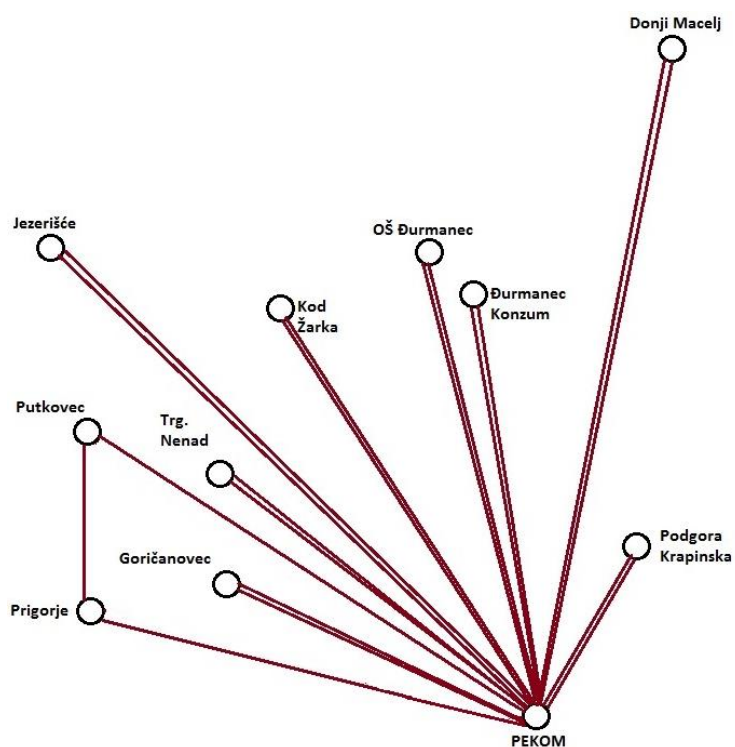
UŠTEDE/km	Pekom	Podgora Kr.	"Kod Žarka"	Jezerišće	Trg. Nenad	Prigorje	Putkovec	Goričanovec	Donji Macelj	Đurmanec (K)	OŠ Đurmanec
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Podgora Kr.</b>		-	5,8	5,7	5,8	5,8	5,8	5,6	6,3	5,7	5,8
<b>"Kod Žarka"</b>			-	12,4	13,5	14	13,5	12,5	11,1	11	12,05
<b>Jezerišće</b>				-	12,4	12,3	12,4	11,4	11	11	12
<b>Trg. Nenad</b>					-	18,3	17,7	16,85	11,1	11	12,1
<b>Prigorje</b>						-	19	18,2	11	11	12
<b>Putkovec</b>							-	16,7	11,1	11	12,1
<b>Goričanovec</b>								-	10,9	10,9	11,1
<b>Donji Macelj</b>									-	11,2	11,3
<b>Đurmanec (K)</b>										-	10,9
<b>OŠ Đurmanec</b>											-

Prvi korak je formiranje (0, i, 0) ruta (slika 50). Nakon toga slijedi pronalazak najveće uštede i dodavanje u rutu.



Slika 55 Formiranje početnih ruta

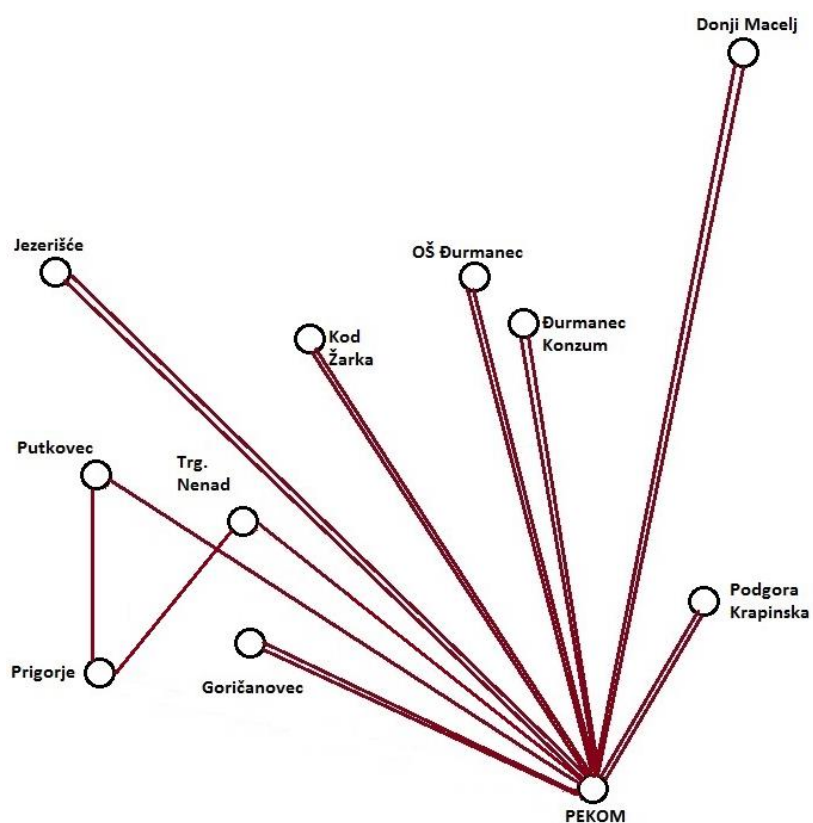
Najveća ušteda je **Putkovec – Prigorje = 19 km**, te ju dodajemo u rutu (slika 56).



Slika 56 Dodavanje rute Putkovec - Prigorje

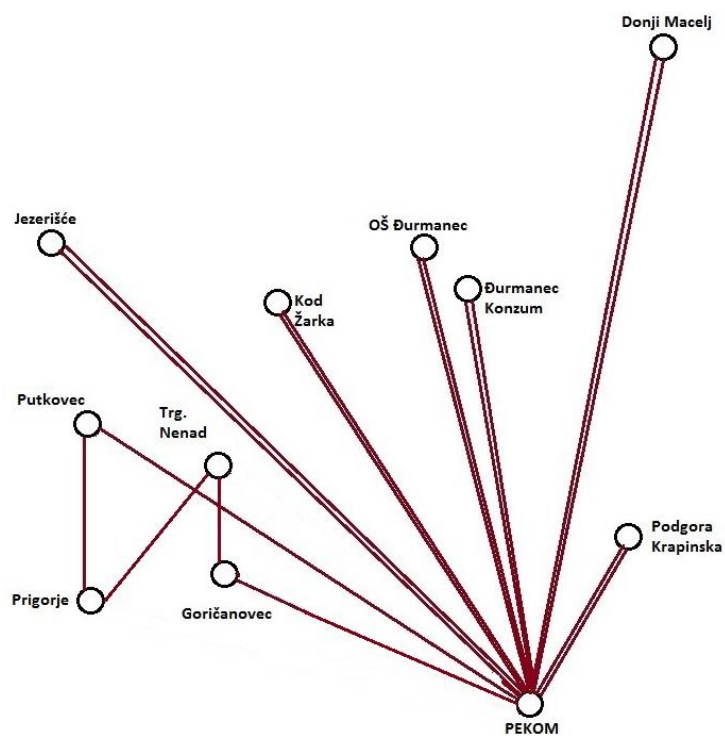
Druga ušteda je **Trgovina Nenad – Prigorje = 18,3 km**. Dodajemo je u rutu brisanjem ruta Prigorje – Pekom, Trgovina Nenad – Pekom i dodavanjem rute Trgovina Nenad – Prigorje (slika 57).





Slika 57 Dodavanje rute Trgovina Nenad – Prigorje

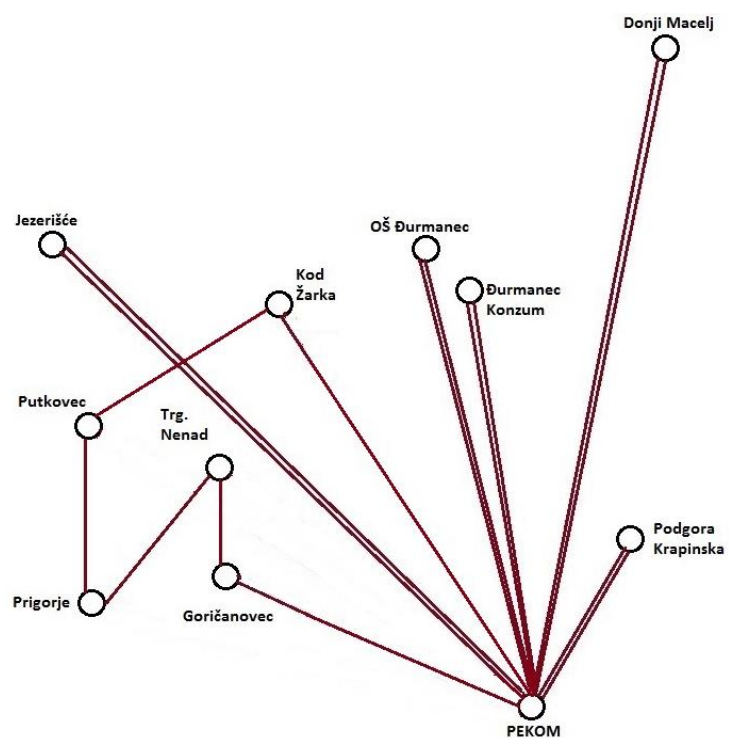
Sljedeća ušteda po veličini je **Prigorje – Goričanovec = 18,2 km** ali nju ne možemo dodati u rutu jer bi time dobili vrh trećeg stupnja. Sljedeća moguća ušteda je **Trgovina Nenad – Goričanovec = 16,85 km** (slika 58).



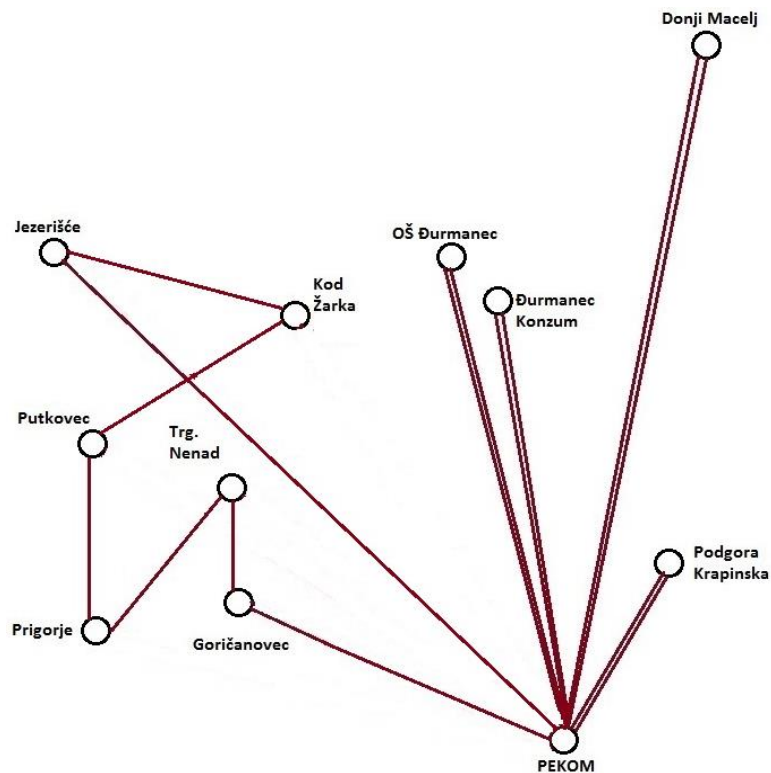
Slika 58 Dodavanje rute Trgovina Nenad – Goričanovec

Ostale uštede i rute koje je moguće dodati su:

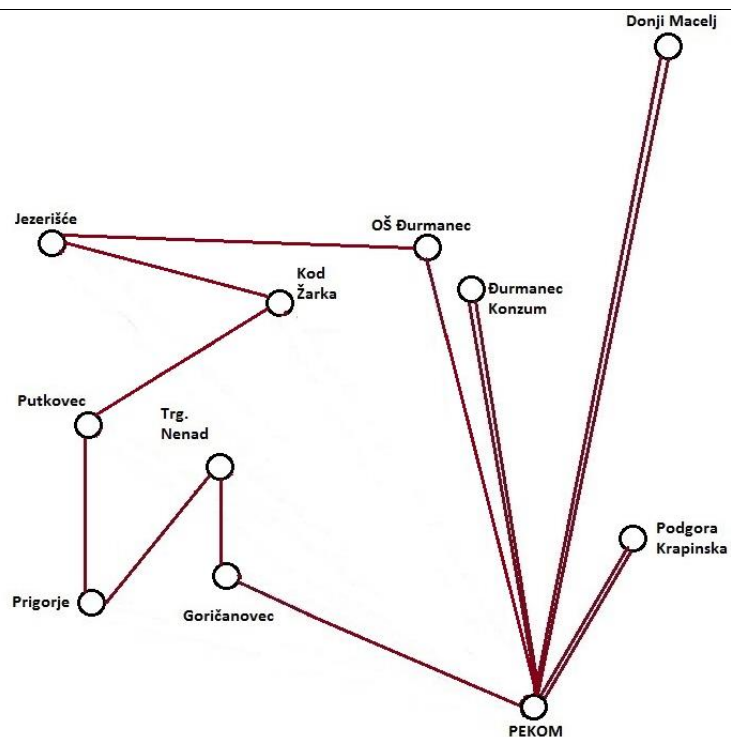
- „Kod Žarka“ – Putkovec = 13,5 km
- „Kod Žarka“ – Jezerišće = 12,4 km
- OŠ Đurmanec – Jezerišće = 12 km
- OŠ Đurmanec – Donji Macelj = 11,3 km
- Donji Macelj – Đurmanec (Konzum) = 11,2 km
- Đurmanec (Konzum) – Podgora Krapinska = 5,7 km



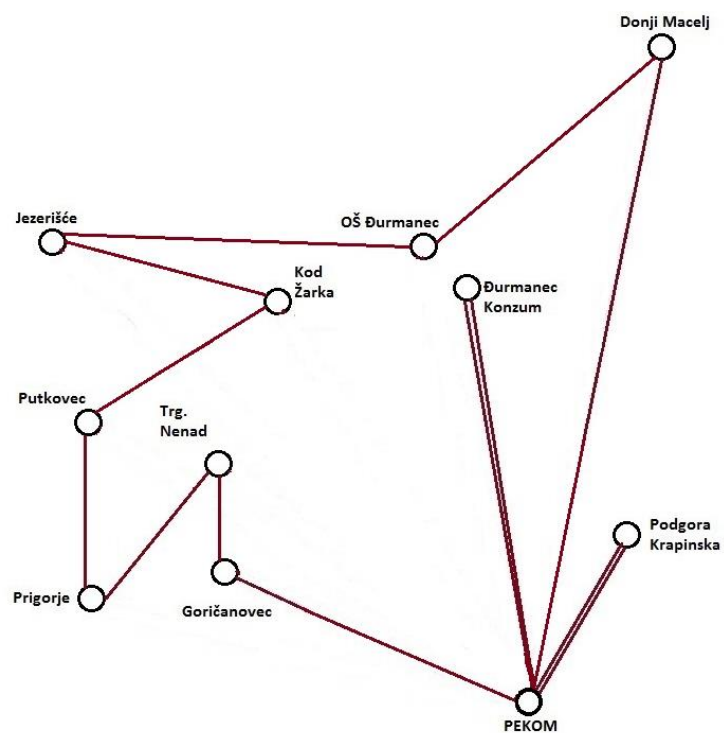
Slika 59 Dodavanje rute „Kod Žarka“ – Putkovec



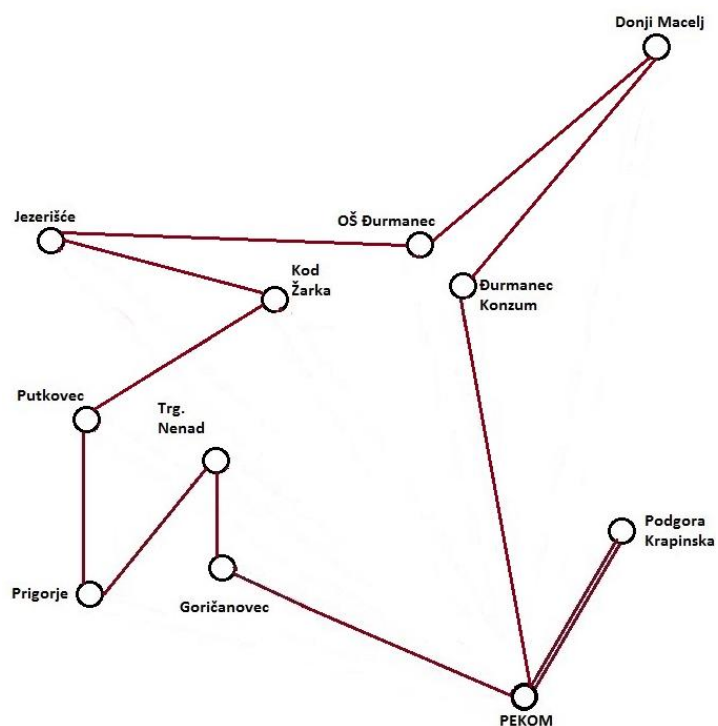
Slika 60 Dodavanje rute „Kod Žarka“ – Jezerišće



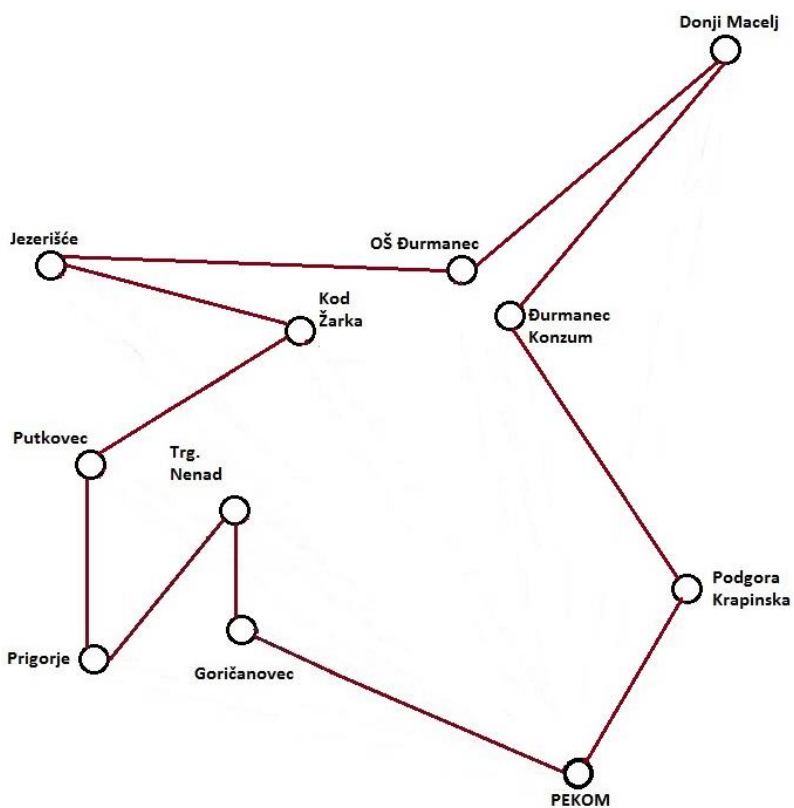
Slika 61 Dodavanje rute OŠ Đurmanec - Jezerišće



Slika 62 Dodavanje rute OŠ Đurmanec – Donji Macelj



Slika 63 Dodavanje rute Donji Macelj – Đurmanec (Konzum)



Slika 64 Dodavanje rute Đurmanec (Konzum) – Podgora Krapinska

**Nova ruta:**

Pekom – Podgora Krapinska – Đurmanec (Konzum) – Donji Macelj – OŠ Đurmanec – Jezerišće – „Kod Žarka“ – Putkovec – Prigorje – Trgovina Nenad – Goričanovec – Pekom

**Kilometri:**  $3,1 + 2,9 + 3,8 + 4,2 + 3,7 + 4,1 + 3,1 + 2 + 1,8 + 0,95 + 8,9 = 38,55$  km

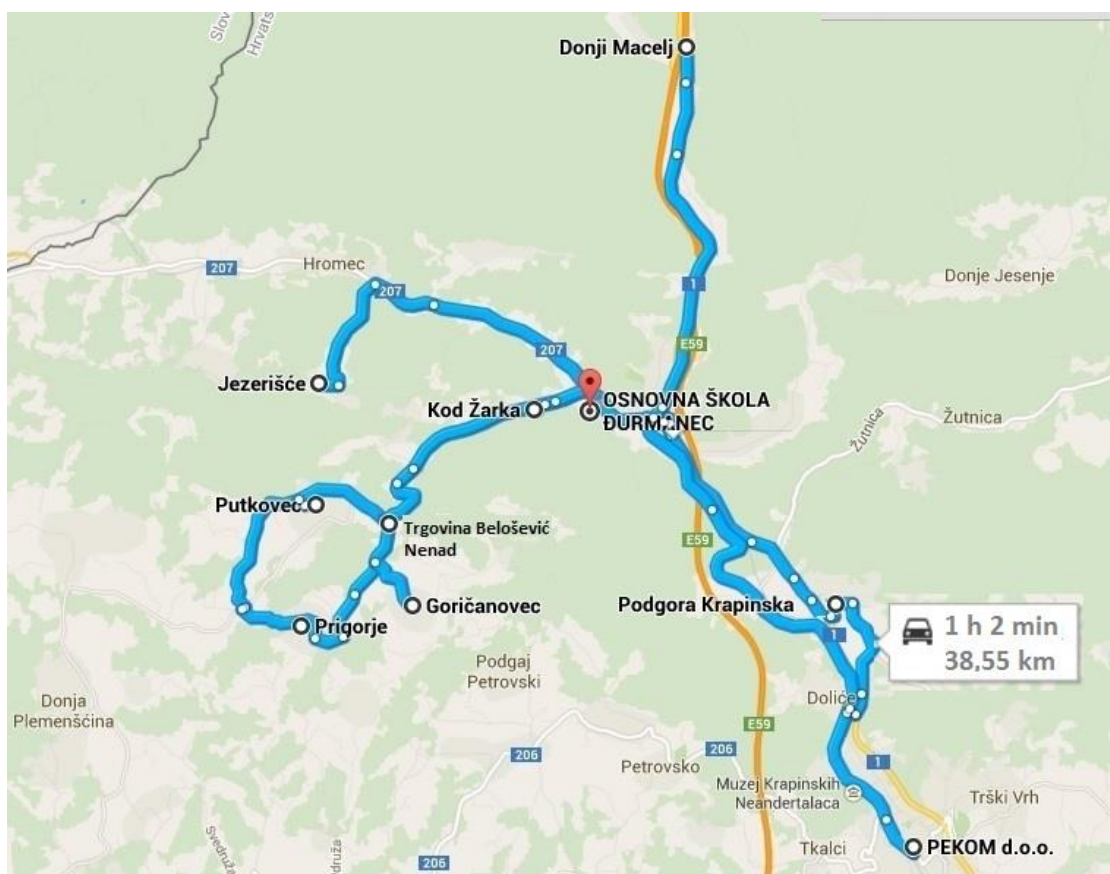
**Vrijeme:**  $6 + 4 + 5 + 6 + 5 + 8 + 5 + 4 + 3 + 2 + 14 = 62$  min = 1 h 2 min

**Stara ruta:**

Pekom – Podgora Krapinska – „Kod Žarka“ – Jezerišće – Trgovina Nenad – Prigorje – Putkovec – Goričanovec – Donji Macelj – Đurmanec (Konzum) – OŠ Đurmanec – Pekom

**Kilometri:** 41,2 km

**Vrijeme:** 1 h 8 min



Slika 65 Nova ruta – drugi dio

#### **4.2.2 Linija Đurmanec**

Linija Đurmanec kompliciranija je od prethodne jer se sastoji od 3 dijela – prodaje, dostave i uzimanja sanduka po trgovinama. U matrici ušteda prvo je potrebno gledati samo uštede koje se odnose na dostavu, a to su stupci koji se odnose na lokacije: Đurmanec, Hromec (S), Hum na Sutli, Lupinjak, Ravninsko (D) i Donje Jesenje (D).

Drugi dio koji čini prodaja obuhvaća stupce: Koprivnica Zagorska, Ravninsko, Lukovčak, Gornja Podbrezovica, Donja Podbrezovica, Božičev Breg i Hromec. Prilikom dodavanja novih ruta vezanih za prodaju, potrebno je paziti da jedna od lokacija koje uključuju dostavu bude vezana uz početnu lokaciju (PEKOM).

Treći dio obuhvaća uzimanje sanduka koje se odnosi samo na trgovine te ovdje gledamo uštede između lokacija Đurmanec, Hum na Sutli, Hromec i Lupinjak.

Tablica 27 Matrica udaljenosti – Đurmanec

km	Pekom	Đurmanec	Hromec (S)	Lupinjak	Hum na Sutli	Ravninsko (D)	Donje Jesenje (D)	Koprivnica Zagorska	Ravninsko	Lukovčak	G. Podbrezovica	D. Podbrezovica	Božičev Breg	Hromec
<b>Pekom</b>	-	5,5	9,1	13	20	7,3	10,7	8,8	6,9	9,1	8,7	7,3	3,5	8,9
<b>Đurmanec</b>		-	3,7	7,6	14,6	1,9	5,2	3,4	1,4	3	3,2	1,8	3,4	3,4
<b>Hromec (S)</b>			-	3,9	10,9	5,4	8,8	6,9	5	2,5	2,9	4	6,9	0,24
<b>Lupinjak</b>				-	7	9,3	12,7	12,4	10,5	8	8,4	9,6	10,8	5,7
<b>Hum na Sutli</b>					-	16,3	19,7	17,8	15,9	13,1	13,7	15,3	17,8	11,1
<b>Ravninsko (D)</b>						-	3,4	1,3	0,9	5,4	4,9	3,6	5,1	5,2
<b>Donje Jesenje (D)</b>							-	2	4,2	8,7	8,3	7	8,5	8,5
<b>Koprivnica Zagorska</b>								-	2,4	6,9	6,4	5,1	6,6	6,7
<b>Ravninsko</b>									-	4,9	4,5	3,1	4,5	4,7
<b>Lukovčak</b>										-	2,8	4	6,9	2,2
<b>G. Podbrezovica</b>											-	1,4	5,2	2,6
<b>D. Podbrezovica</b>												-	6,4	3,8
<b>Božičev Breg</b>													-	6,8
<b>Hromec</b>														-



Tablica 28 Vremenska matrica - Đurmanec

min	Pekom	Đurmanec	Hromec (S)	Lupinjak	Hum na Sutli	Ravninsko (D)	Donje Jesenje (D)	Koprivnica Zagorska	Ravninsko	Lukovčak	G. Podbrezovica	D. Podbrezovica	Božićev Breg	Hromec
<b>Pekom</b>	-	8	12	16	25	11	17	14	11	13	13	11	8	12
<b>Đurmanec</b>		-	4	8	17	3	9	6	3	5	5	3	7	4
<b>Hromec (S)</b>			-	4	12	7	13	10	7	4	4	4	9	1
<b>Lupinjak</b>				-	8	11	17	16	13	11	11	11	17	7
<b>Hum na Sutli</b>					-	19	25	22	19	16	16	17	27	12
<b>Ravninsko (D)</b>						-	6	3	2	8	7	5	10	7
<b>Donje Jesenje (D)</b>							-	4	7	14	13	11	15	13
<b>Koprivnica Zagorska</b>								-	4	11	10	8	13	9
<b>Ravninsko</b>									-	8	7	5	9	6
<b>Lukovčak</b>										-	6	7	14	4
<b>G. Podbrezovica</b>											-	2	10	5
<b>D. Podbrezovica</b>												-	11	4
<b>Božićev Breg</b>													-	9
<b>Hromec</b>														-

Tablica 29 Matrica ušteta - Đurmanec

UŠTEDE/km	Pekom	Đurmanec	Hromec (S)	Lupinjak	Hum na Sutli	Ravninsko (D)	Donje Jesenje (D)	Koprivnica Zagorska	Ravninsko	Lukovčak	G. Podbrezovica	D. Podbrezovica	Božičev Breg	Hromec
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Đurmanec</b>		-	10,9	10,9	10,9	10,9	11	10,9	11	11,6	11	11	5,6	11
<b>Hromec (S)</b>			-	18,2	18,2	11	11	11	11	15,7	14,9	12,4	5,7	17,76
<b>Lupinjak</b>				-	26	11	11	9,4	9,4	14,1	13,3	10,7	5,7	16,2
<b>Hum na Sutli</b>					-	11	11	11	11	16	15	12	5,7	17,8
<b>Ravninsko (D)</b>						-	14,6	14,8	13,3	11	11,1	11	5,7	11
<b>Donje Jesenje (D)</b>							-	17,5	13,4	11,1	11,1	11	5,7	11,1
<b>Koprivnica Zagorska</b>								-	13,3	11	11,1	11	5,7	11
<b>Ravninsko</b>									-	11,1	11,1	11,1	5,9	11,1
<b>Lukovčak</b>										-	15	12,4	5,7	15,8
<b>G. Podbrezovica</b>											-	14,6	7	15
<b>D. Podbrezovica</b>												-	4,4	12,4
<b>Božičev Breg</b>													-	5,6
<b>Hromec</b>														-

**Poredak ušteda:**

- Hum na Sutli – Lupinjak = 26 km
- Lupinjak – Hromec = 18,2 km
- Donje Jesenje (D) – Ravninsko (D) = 14,6 km
- Donje Jesenje (D) – Ravninsko (D) = 11 km
- Hromec (S) – Ravninsko (D) = 11 km

---

**PRODAJA**

- Hromec – Hum na Sutli = 17,8 km
- Hum na Sutli – Lukovčak = 15,8 km
- Lukovčak – Gornja Podbrezovica = 15 km
- Gornja Podbrezovica – Donja Podbrezovica = 14,6 km
- Koprivnica Zagorska – Ravninsko = 13,3 km
- Donja Podbrezovica – Ravninsko = 11,1
- Koprivnica Zagorska – Božičev Breg = 5,7

---

**Uzimanje sanduka:**

- Hum na Sutli – Lupinjak = 26 km
- Lupinjak – Hromec = 18,2 km
- Hromec – Đurmanec = 10,9
- Đurmanec – Božičev Breg = 5,6 km

**Nova ruta:**

Pekom – Đurmanec – Donje Jesenje (D) – Ravninsko (D) – Hromec (S) – Lupinjak – Hum na Sutli – Hromec – Lukovčak – Gornja Podbrezovica – Donja Podbrezovica – Ravninsko – Koprivnica Zagorska – Božičev Breg – Đurmanec – Hromec – Lupinjak – Hum na Sutli - Pekom

**Kilometri:**  $5,5 + 5,2 + 3,4 + 5,4 + 3,9 + 7 + 11,1 + 2,2 + 2,8 + 1,4 + 3,1 + 2,4 + 6,6 + 3,4 + 3,7 + 3,9 + 7 + 20 = 98 \text{ km}$

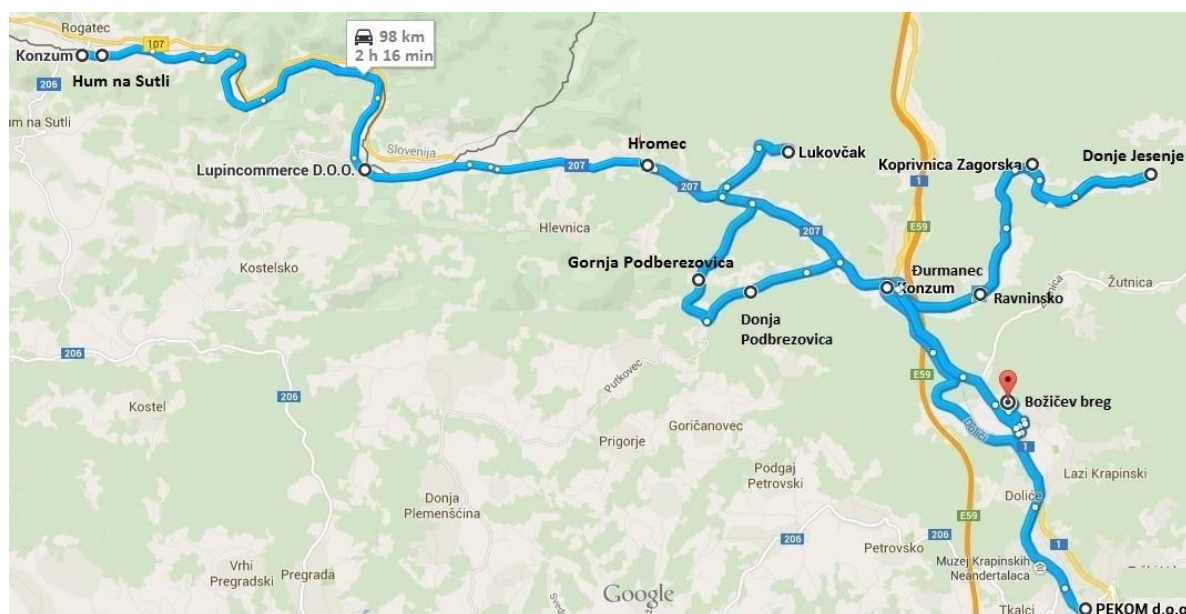
**Vrijeme:**  $8 + 9 + 6 + 7 + 4 + 8 + 12 + 4 + 6 + 2 + 5 + 4 + 13 + 7 + 4 + 4 + 8 + 25 = 136 \text{ min}$   
 $= 2 \text{ h } 16 \text{ min}$

**Stara ruta:**

Pekom – Đurmanec – Hromec – Lupinjak – Hum na Sutli – Ravninsko (D) – Koprivnica Zagorska – Donje Jesenje – Ravninsko – Lukovčak – Donja Podbrezovica – Gornja Podbrezovica – Božičev Breg – Hromec – Hum na Sutli (Konzum) – Lupinjak – Đurmanec (Konzum) – Pekom

**Kilometri:** 97,8 km

**Vrijeme:** 2 h 12 min



**Slika 66 Linija Đurmanec – nova ruta**

### **4.2.3 Linija Jesenje**

Linija se kao i prethodna sastoji od dva dijela: dostave i prodaje. Prvo je potrebno gledati uštede koje se odnose na dostavu a obuhvaćaju lokacije: Žutnica (Pekom), Gornje Jesenje (K), Cvetlin (S), Vrbno (S) i Bednja (S). Ostatak tablice odnosi se na prodaju. Na samom kraju linije ponovno imamo dostavu na lokacije Bednja (S), Žutnica (Pekom) i Gornje Jesenje (Konzum) te će nam one čine 3 dio rute.

Tablica 30 Matrica udaljenosti - Jesenje

km	Pekom	Žutnica (Pekom)	G. Jesenje (K)	Vrbno (S)	Cvetlin (S)	Bednja (S)	Žutnica (P)	G. Jesenje (P1)	Brdo Jesenjsko (P)	G. Jesenje (P2)	Cerje (P)	Šaša (P)	Bednja (P)	Šinkovica (P)
<b>Pekom</b>	-	3,5	9,2	16,2	24,1	16,5	3,5	9,5	13,1	9,5	11,6	13,8	16,4	16,4
<b>Žutnica – Pekom</b>		-	5,7	12,7	20,6	13	0	6	16,5	6	8,1	10,3	12,9	12,9
<b>Gornje Jesenje (K)</b>			-	6,9	14,9	7,2	5,7	0	15,2	0	2,4	4,5	7,1	7,2
<b>Vrbno (S)</b>				-	14,3	6,5	12,7	7,2	14,5	7,2	4,6	3,8	6,4	5,7
<b>Cvetlin (S)</b>					-	8,7	20,6	15,1	16,7	15,1	12,5	10,4	8,6	8,2
<b>Bednja (S)</b>						-	13	7,4	7,9	7,4	4,9	2,7	0	6,7
<b>Žutnica (P)</b>							-	6	16,5	6	8,1	10,3	12,9	12,9
<b>Gornje Jesenje (P1)</b>								-	15,3	0	2,5	4,7	7,3	7,3
<b>Brdo Jesenjsko (P)</b>									-	15,3	12	9,9	7,9	13,8
<b>Gornje Jesenje (P2)</b>										-	2,5	4,7	7,3	7,3
<b>Cerje – prodaja</b>											-	2,2	4,8	4,8
<b>Šaša – prodaja</b>												-	2,6	4
<b>Bednja (P)</b>													-	6,6
<b>Šinkovica (P)</b>														-

Tablica 31 Vremenska matrica - Jesenje

min	Pekom	Žutnica (Pekom)	G. Jesenje (K)	Vrbno (S)	Cvetlin (S)	Bednja (S)	Žutnica (P)	G. Jesenje (P1)	Brdo Jesenjsko (P)	G. Jesenje (P2)	Cerje (P)	Šaša (P)	Bednja (P)	Šinkovica (P)
<b>Pekom</b>	-	5	13	22	31	22	5	14	25	14	16	18	22	24
<b>Žutnica – Pekom</b>		-	7	16	26	16	0	9	29	9	10	13	16	18
<b>Gornje Jesenje (K)</b>			-	9	18	9	7	0	21	0	3	5	8	11
<b>Vrbno (S)</b>				-	18	8	16	9	21	9	6	5	8	9
<b>Cvetlin (S)</b>					-	12	26	20	25	20	17	14	12	14
<b>Bednja (S)</b>						-	16	9	13	9	6	3	0	10
<b>Žutnica (P)</b>							-	9	29	9	10	13	16	18
<b>Gornje Jesenje (P1)</b>								-	25	0	4	7	10	13
<b>Brdo Jesenjsko (P)</b>									-	25	19	17	14	24
<b>Gornje Jesenje (P2)</b>										-	4	7	10	13
<b>Cerje – prodaja</b>											-	2	6	8
<b>Šaša – prodaja</b>												-	3	7
<b>Bednja (P)</b>													-	10
<b>Šinkovica (P)</b>														-

Tablica 32 Matrica ušteda - Jesenje

UŠTEDE/km	Pekom	Žutnica (Pekom)	G. Jesenje (K)	Vrbno (S)	Cvetlin (S)	Bednja (S)	Žutnica (P)	G. Jesenje (P1)	Brdo Jesenjsko (P)	G. Jesenje (P2)	Cerje (P)	Šaša (P)	Bednja (P)	Šinkovica (P)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Žutnica – Pekom</b>		-	7	7	7	7	7	7	0,1	7	7	7	7	7
<b>Gornje Jesenje (K)</b>			-	18,5	18,4	18,5	7	18,7	7,1	18,7	18,4	18,5	18,5	18,4
<b>Vrbno (S)</b>				-	26	26,2	7	18,5	14,8	18,5	23,2	26,2	26,2	26,9
<b>Cvetlin (S)</b>					-	31,9	7	18,5	20,5	18,5	23,2	27,5	31,9	32,3
<b>Bednja (S)</b>						-	7	18,6	21,7	18,6	23,2	27,6	32,9	26,2
<b>Žutnica (P)</b>							-	7	0,1	7	7	7	7	7
<b>Gornje Jesenje (P1)</b>								-	7,3	19	18,6	18,6	18,6	18,6
<b>Brdo Jesenjsko (P2)</b>									-	7,3	12,7	17	21,6	15,7
<b>Gornje Jesenje (P)</b>										-	18,6	18,6	18,6	18,6
<b>Cerje – prodaja</b>											-	23,2	23,2	23,2
<b>Šaša – prodaja</b>												-	27,6	26,2
<b>Bednja (P)</b>													-	26,2
<b>Šinkovica (P)</b>														-



**Poredak ušteda:**

- Bednja (S) – Cvetlin (S) = 31,9 km
- Vrbno (S) – Bednja (S) = 26,2 km
- Vrbno (S) – Gornje Jesenje (K) = 18,5 km
- Gornje jesenje (K) – Žutnica (Pekom) = 7 km

---

**PRODAJA**

- Cvetlin (S) – Šinkovica (P) = 32,3 km
- Šaša (P) – Bednja (P) = 27,6 km
- Šaša (P) – Šinkovica (P) = 26,2 km
- Cerje (P) – Bednja (P) = 23,2 km
- Gornje Jesenje (P1) – Cerje (P) = 18,6 km
- Brdo Jesenjsko (P) – Gornje Jesenje (P1) = 7,3 km
- Brdo Jesenjsko (P) – Gornje Jesenje (P2) = 7,3 km
- Gornje Jesenje (P2) – Žutnica (P) = 7

---

**DOSTAVA**

- Gornje Jesenje (K) – Bednja (S) = 18,5 km
- Gornje Jesenje (K) – Žutnica (Pekom) = 7 km
- Žutnica (P) – Žutnica (Pekom) = 7 km

**Nova ruta:**

Pekom – Žutnica (Pekom) – Gornje Jesenje (K) – Vrbno (S) – Bednja (S) – Cvetlin (S) – Šinkovica (P) – Šaša (P) – Bednja (P) – Cerje (P) – Gornje Jesenje (P1) – Brdo Jesenjsko (P) – Gornje Jesenje (P2) – Žutnica (P) – Žutnica (Pekom) – Gornje Jesenje (K) – Bednja (S) – Pekom

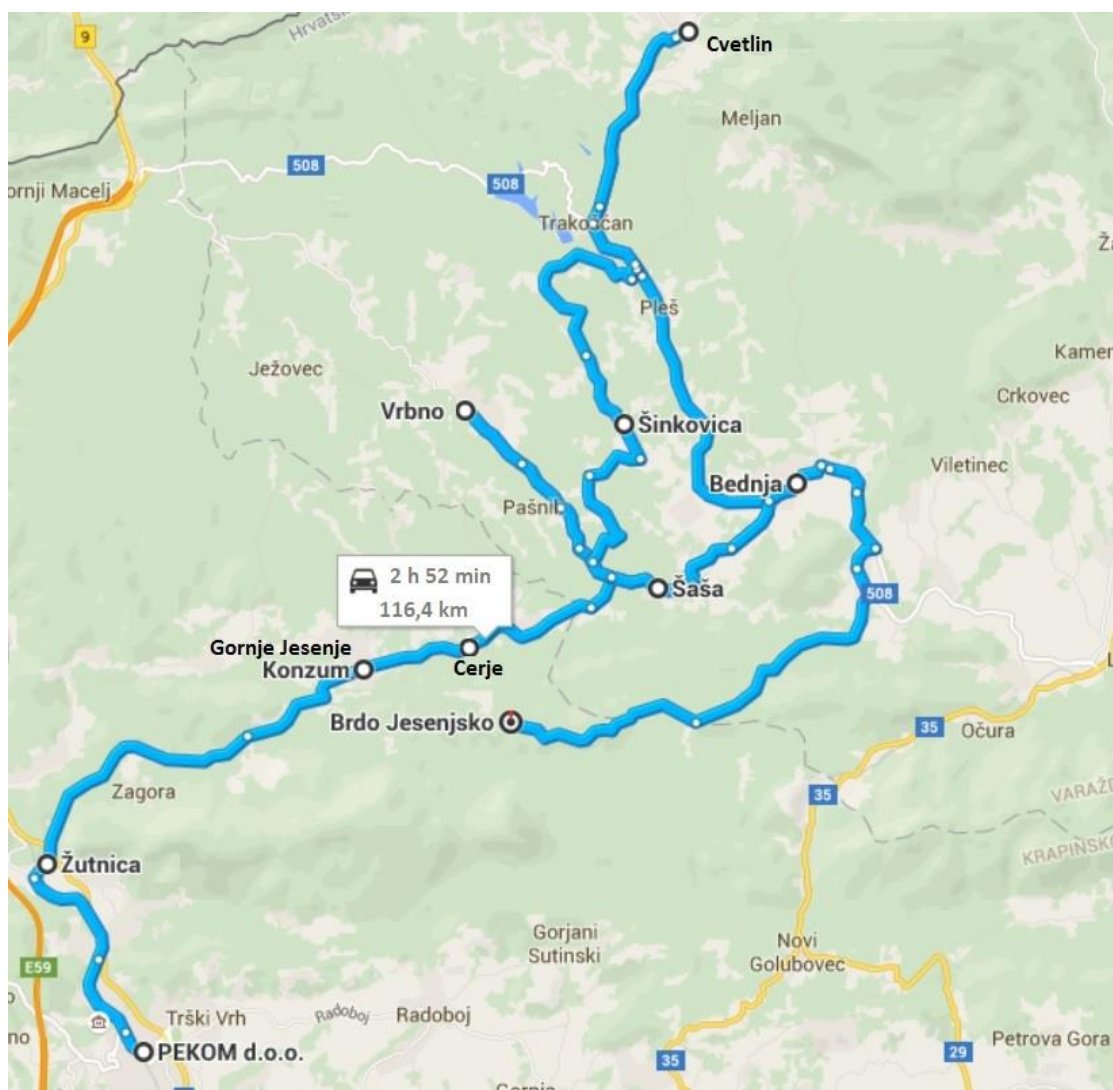
**Kilometri:**  $3,5 + 5,7 + 6,9 + 6,5 + 8,7 + 8,2 + 4 + 2,6 + 4,8 + 2,5 + 15,3 + 6 + 0 + 5,7 + 7,2 + 16,5 = 116,4$  km

**Vrijeme:**  $5 + 7 + 9 + 8 + 12 + 14 + 7 + 3 + 6 + 4 + 25 + 25 + 9 + 0 + 7 + 9 + 22 = 172$  min = 2 h 52 min

**Stara ruta:** Pekom – Žutnica (Pekom) – Gornje Jesenje (K) – Vrbno (S) – Cvetlin (S) – Bednja (S) – Žutnica (P) – Gornje Jesenje (P1) – Brdo Jesenjsko (P) – Gornje Jesenje (P2) – Cerje (P) – Šaša (P) – Bednja (P) – Šinkovica (P) – Bednja (S) – Gornje Jesenje (K) – Žutnica (Pekom) – Pekom

**Kilometri:** 125,8 km

**Vrijeme:** 3 h



**Slika 67 Linija Jesenje – nova ruta**

#### 4.2.4 Linija Krapina jug

Linija se sastoji od četiri dijela te je za svaki dio potrebno napraviti matrice udaljenosti, matrice ušteda i vremenske matrice.

##### 4.2.4.1 Krapina jug – prvi dio

Tablica 33 Matrica udaljenosti – Krapina jug, prvi dio

km	Pekom	Željeznički kolodvor	Mihaljekov jarek	Polje Krapinsko	Krapina (S)
<b>Pekom</b>	-	0,18	1,6	1,9	0,21
<b>Željeznički kolodvor</b>		-	1,4	1,7	0,02
<b>Mihaljekov jarek</b>			-	0,3	1,4
<b>Polje Krapinsko</b>				-	1,7
<b>Krapina (Strah)</b>					-

Tablica 34 Vremenska matrica – Krapina jug, prvi dio

min	Pekom	Željeznički kolodvor	Mihaljekov jarek	Polje Krapinsko	Krapina (S)
<b>Pekom</b>	-	1	4	4	1
<b>Željeznički kolodvor</b>		-	3	3	1
<b>Mihaljekov jarek</b>			-	1	2
<b>Polje Krapinsko</b>				-	4
<b>Krapina (S)</b>					-

Tablica 35 Matrica ušteda – Krapina jug, prvi dio

UŠTEDE/km	Pekom	Željeznički kolodvor	Mihaljekov jarek	Polje Krapinsko	Krapina (S)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-
<b>Željeznički kolodvor</b>		-	0,38	0,38	0,37
<b>Mihaljekov jarek</b>			-	3,2	0,41
<b>Polje Krapinsko</b>				-	0,41
<b>Krapina (S)</b>					-

#### Poredak ušteda:

- Polje Krapinsko – Mihaljekov Jarek = 3,2 km
- Mihaljekov Jarek – Krapina (S) = 0,41 km
- Polje Krapinsko – Željeznički kolodvor = 0,38 km

**Nova ruta:**

Pekom – Krapina (S) – Mihaljekov Jarek – Polje Krapinsko – Željeznički kolodvor – Pekom

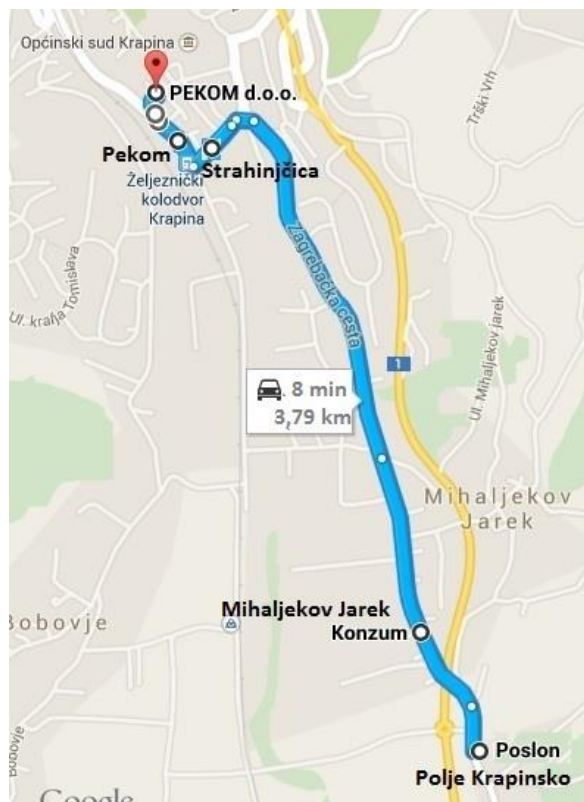
**Kilometri:**  $0,21 + 1,4 + 0,3 + 1,7 + 0,18 = 3,79$  km

**Vrijeme:**  $1 + 2 + 1 + 3 + 1 = 8$  min

**Stara ruta:** Pekom – Željeznički kolodvor – Mihaljekov Jarek – Polje Krapinsko – Krapina (S) – Pekom

**Kilometri:** 3,8 km

**Vrijeme:** 10 min



**Slika 68 Krapina jug – prvi dio, nova ruta**

## 4.2.4.2 Krapina jug – drugi dio

Tablica 36 Matrica udaljenosti – Krapina jug, drugi dio

km	Pekom	Železnički kolodvor	Krapina (S)	OŠ Ljudevita Gaja	Trgocentar	Mali kaj	Policija	Jedinstvo	Mihaljekov Jarek(K)	Polje Krapinsko (Poslon)	Polje Krapinsko (S)	NTL	KTC	Bobovje	Mihaljekov Jarek (Ts)
<b>Pekom</b>	-	0,18	0,21	0,45	0,7	1	1,1	1,2	1,6	1,9	3	0,8	2,1	1,7	1,5
<b>Železnički kolodvor</b>		-	0,02	0,26	0,55	0,85	1	1	1,4	1,7	2,9	0,65	1,9	1,5	1,3
<b>Krapina (S)</b>			-	0,24	0,5	0,8	0,9	1	1,4	1,7	2,8	0,65	1,9	1,5	1,3
<b>OŠ Ljudevita Gaja</b>				-	0,5	0,75	0,85	1	1,4	1,7	2,8	0,9	2,1	1,8	1,2
<b>Trgocentar</b>					-	0,29	0,45	0,6	1	1,3	2,4	0,8	2	1,6	0,85
<b>Mali kaj</b>						-	0,75	0,85	1,3	1,6	2,7	1,1	2,3	1,9	1,1
<b>Policija</b>							-	0,65	1	1,4	2,5	0,35	1,6	1,2	0,9
<b>Jedinstvo</b>								-	0,4	0,7	1,8	0,35	1,6	1,2	0,26
<b>Mihaljekov Jarek(K)</b>									-	0,3	1,4	0,75	1,3	1,5	0,3
<b>Polje Krapinsko (Poslon)</b>										-	1,1	1	1,1	1,3	0,6
<b>Polje Krapinsko (S)</b>											-	2,2	2,2	2,4	1,7
<b>NTL</b>												-	1,3	0,9	1,3
<b>KTC</b>													-	0,9	1,6
<b>Bobovje</b>														-	1,8
<b>Mihaljekov Jarek (Ts)</b>															-

Tablica 37 Vremenska matrica – Krapina jug, drugi dio

min	Pekom	Železnički kolodvor	Krapina (S)	OŠ Ljudevita Gaja	Trgocentar	Mali kaj	Policija	Jedinstvo	Mihaljekov Jarek(K)	Polje Krapinsko (Poslon)	Polje Krapinsko (S)	NTL	KTC	Bobovje	Mihaljekov Jarek (Ts)
<b>Pekom</b>	-	1	1	2	3	4	4	3	4	4	6	2	6	5	4
<b>Železnički kolodvor</b>		-	1	1	2	2	2	2	2	3	4	1	4	3	3
<b>Krapina (S)</b>			-	1	1	2	2	2	2	3	4	2	4	3	3
<b>OŠ Ljudevita Gaja</b>				-	1	2	2	2	2	2	4	2	4	4	2
<b>Trgocentar</b>					-	1	2	1	2	2	4	2	5	4	2
<b>Mali kaj</b>						-	2	2	3	3	5	3	6	5	3
<b>Policija</b>							-	2	2	3	4	1	3	3	2
<b>Jedinstvo</b>								-	1	1	2	1	4	3	1
<b>Mihaljekov Jarek(K)</b>									-	1	2	2	2	3	1
<b>Polje Krapinsko (Poslon)</b>										-	1	2	2	3	1
<b>Polje Krapinsko (S)</b>											-	4	3	4	3
<b>NTL</b>												-	3	2	3
<b>KTC</b>													-	2	3
<b>Bobovje</b>														-	3
<b>Mihaljekov Jarek (Ts)</b>															-

Tablica 38 Matrica ušteda – Krapina jug, drugi dio

UŠTEDE/km	Pekom	Železnički kolodvor	Krapina (S)	OŠ Ljudevita Gaja	Trgocentar	Mali kaj	Policija	Jedinstvo	Mihaljekov Jarek(K)	Polje Krapinsko (Poslon)	Polje Krapinsko (S)	NTL	KTC	Bobovje	Mihaljekov Jarek (Ts)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Železnički kolodvor</b>		-	0,37	0,37	0,33	0,33	0,28	0,38	0,38	0,38	0,28	0,33	0,38	0,38	0,38
<b>Krapina (S)</b>			-	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,36	0,41	0,41	0,41
<b>OŠ Ljudevita Gaja</b>				-	0,65	0,7	0,7	0,65	0,65	0,65	0,65	0,35	0,45	0,35	0,75
<b>Trgocentar</b>					-	1,41	1,35	1,3	1,3	1,3	1,3	0,7	0,8	0,8	1,35
<b>Mali kaj</b>						-	1,35	1,35	1,3	1,3	1,3	0,7	0,8	0,8	1,4
<b>Policija</b>							-	1,65	1,7	1,6	1,6	1,55	1,6	1,6	1,7
<b>Jedinstvo</b>								-	2,4	2,4	2,4	1,65	1,7	1,7	2,44
<b>Mihaljekov Jarek(K)</b>									-	3,2	3,2	1,65	2,4	1,8	2,8
<b>Polje Krapinsko (Poslon)</b>										-	3,8	1,7	2,9	2,3	2,8
<b>Polje Krapinsko (S)</b>											-	1,6	2,9	2,3	2,8
<b>NTL</b>												-	1,6	1,6	1
<b>KTC</b>													-	2,9	2
<b>Bobovje</b>														-	1,4
<b>Mihaljekov Jarek (Ts)</b>															-

**Poredak ušteda:**

- Polje Krapinsko (Poslon) – Polje Krapinsko (S) = 3,8 km
- Polje Krapinsko (Poslon) – Mihaljekov Jarek (K) = 3,2 km
- Polje Krapinsko (S) – KTC = 2,9 km
- KTC – Bobovje = 2,9 km
- Mihaljekov Jarek (K) – Mihaljekov Jarek (Ts) = 2,8 km
- Mihaljekov Jarek (Ts) – Jedinstvo = 2,44 km
- Policija – Jedinstvo = 1,65 km
- Ntl – Bobovje = 1,6 km
- Trgocentar – „Mali kaj“ = 1,41
- Trgocentar – Policija = 1,35 km
- „Mali kaj“ – OŠ Ljudevita Gaja = 0,7 km
- Krapina (S) – OŠ Ljudevita Gaja = 0,42 km
- Krapina (S) – Željeznički kolodvor = 0,37 km

**Nova ruta:**

Pekom – Željeznički kolodvor – Krapina (S) – „Mali kaj“ – Trgocentar – Policija – Jedinstvo – Mihaljekov Jarek (Ts) – Mihaljekov Jarek (K) – Polje Krapinsko (Poslon) – Polje Krapinsko (S) – KTC – Bobovje – NTL – Pekom

**Kilometri:**  $0,18 + 0,02 + 0,24 + 0,75 + 0,29 + 0,45 + 0,65 + 0,26 + 0,3 + 0,3 + 1,1 + 2,2 + 0,9 + 0,9 + 0,8 = 9,34$  km

**Vrijeme:**  $1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 2 + 2 + 2 = 23$  min

**Stara ruta:** Pekom – Željeznički kolodvor – Strahinjčica – OŠ Ljudevit Gaj – Trgocentar – „Mali kaj“ – Policija – Jedinstvo – Mihaljekov Jarek (Kozum) – Polje Krapinsko (Poslon) – Polje Krapinsko (Strahinjčica) – NTL – KTC – Bobovje – Mihaljekov Jarek (Ts) – Pekom

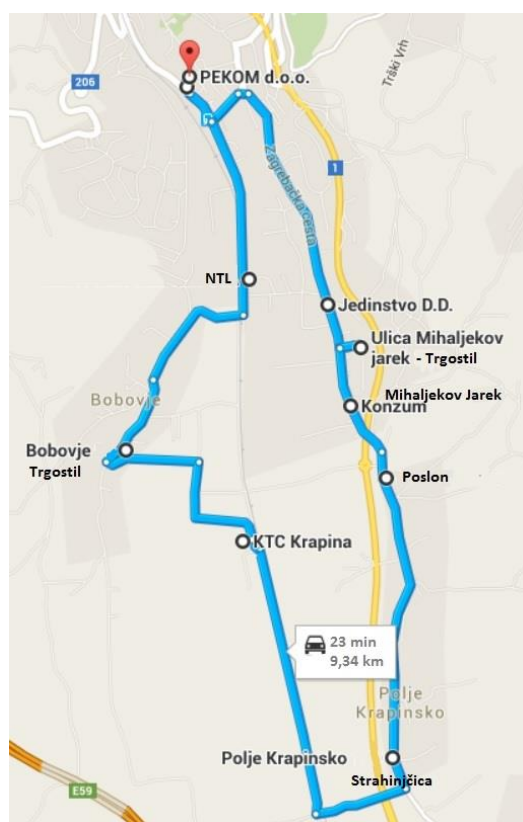
**Kilometri:** 12,32 km

**Vrijeme:** 31 min





Slika 69 Krapina jug – nova ruta, drugi dio (do Jedinstva)



Slika 70 Krapina jug – nova ruta, drugi dio (od Jedinstva)

## 4.2.4.3 Krapina jug – treći dio

Tablica 39 Matrica udaljenosti – Krapina jug, treći dio

km	Pekom	OŠ Radoboj	OŠ Mihovljn	KTC	NTL
Pekom	-	5,2	12,2	2,1	0,8
OŠ Radoboj		-	7,2	7,3	5,7
OŠ Mihovljn			-	14,1	12,6
KTC				-	1,3
NTL					-

Tablica 40 Vremenska matrica – Krapina jug, treći dio

min	Pekom	OŠ Radoboj	OŠ Mihovljn	KTC	NTL
Pekom	-	11	22	6	2
OŠ Radoboj		-	10	12	11
OŠ Mihovljn			-	22	22
KTC				-	3
NTL					-

Tablica 41 Matrica ušteda – Krapina jug, treći dio

UŠTEDE/km	Pekom	OŠ Radoboj	OŠ Mihovljn	KTC	NTL
Pekom	-	-	-	-	-
OŠ Radoboj		-	10,2	0	0,3
OŠ Mihovljn			-	0,2	0,4
KTC				-	1,6
NTL					-

## Poredak ušteda:

- OŠ Radoboj – OŠ Mihovljan = 10,2 km
- KTC – NTL = 1,6 km
- OŠ Mihovljan – NTL = 0,4

**Nova ruta:** Pekom – OŠ Radoboj – OŠ Mihovljan – NTL – KTC – Pekom

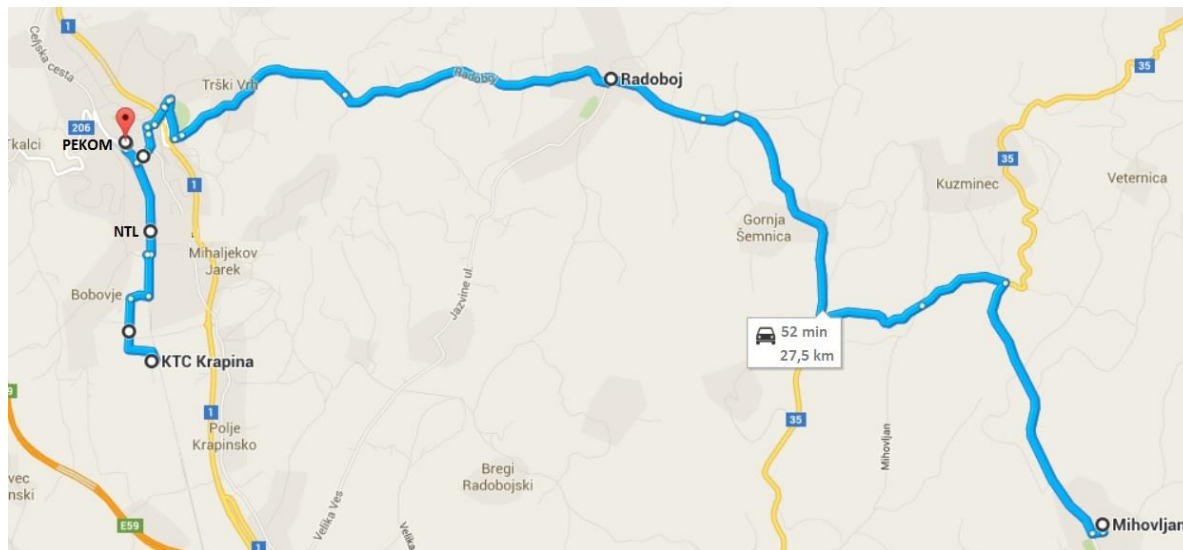
**Kilometri:**  $5,2 + 7,2 + 12,6 + 1,3 + 1,2 = 27,5$  km

**Vrijeme:**  $11 + 10 + 22 + 3 + 6 = 52$  min

**Stara ruta:** Pekom - OŠ Radoboj – OŠ Mihovljan – KTC – NTL –Pekom

**Kilometri:** 28,6 km

**Vrijeme:** 48 min



**Slika 71 Krapina jug – treći dio, nova ruta**

## 4.2.4.4 Krapina jug – četvrti dio

Tablica 42 Matrica udaljenosti – Krapina jug, četvrti dio

km	Pekom	Strahinjčica (KR)	Trgocentar	Mihaljekov Jarek	Polje Krapinsko (Poslon)	Zabok	Pregrada	Žutnica	Željeznički kolodvor	Krapina (Gradska pekara)	Krapina (Srednja škola)	Krapina (Gradska pekara 3)
<b>Pekom</b>	-	0,21	0,7	1,6	1,9	17	15,8	3,5	0,18	1	1	0,9
<b>Strahinjčica (KR)</b>		-	0,5	1,4	1,7	16,8	15,8	3,6	0,02	0,8	0,85	1
<b>Trgocentar</b>			-	1	1,3	16,4	16,3	3,8	0,55	1	1,1	1,3
<b>Mihaljekiv Jarek</b>				-	0,3	15,4	17,2	4,7	1,4	1,9	2	2,2
<b>Polje Krapinsko (Poslon)</b>					-	15,1	17,6	5,3	1,7	2,2	2,3	2,5
<b>Zabok</b>						-	24,7	20,8	16,9	17,3	17,4	17,6
<b>Pregrada</b>							-	15	15,8	16,6	16,7	15,7
<b>Žutnica</b>								-	3,5	4,4	4,4	2,8
<b>Željeznički kolodvor</b>									-	0,8	0,9	1
<b>Krapina (Gradska pekara)</b>										-	2,2	0,3
<b>Krapina (Srednja škola)</b>											-	0,55
<b>Krapina (Gradska pekara 3)</b>												-

Tablica 43 Vremenska matrica – Krapina jug, četvrti dio

min	Pekom	Strahinjčica (KR)	Trgocentar	Mihaljekov Jarek	Polje Krapinsko (Poslon)	Zabok	Pregrada	Žutnica	Željeznički kolodvor	Krapina (Gradska pekara)	Krapina (Srednja škola)	Krapina (Gradska pekara 3)
<b>Pekom</b>	-	1	3	4	4	23	23	6	1	4	4	2
<b>Strahinjčica (KR)</b>		-	1	2	3	22	23	6	1	3	3	2
<b>Trgocentar</b>			-	2	2	22	25	8	2	3	3	4
<b>Mihaljekiv Jarek</b>				-	1	20	26	9	2	4	4	5
<b>Polje Krapinsko (Poslon)</b>					-	19	26	9	3	5	5	6
<b>Zabok</b>						-	27	29	24	25	25	26
<b>Pregrada</b>							-	20	22	24	24	22
<b>Žutnica</b>								-	5	8	8	5
<b>Željeznički kolodvor</b>									-	3	3	2
<b>Krapina (Gradska pekara)</b>										-	6	1
<b>Krapina (Srednja škola)</b>											-	4
<b>Krapina (Gradska pekara 3)</b>												-

Tablica 44 Matrica ušteda – Krapina jug, četvrti dio

UŠTEDE/km	Pekom	Strahinjčica (KR)	Trgcentar	Mihaljekov Jarek	Polje Krapinsko (Poslon)	Zabok	Pregrada	Žutnica	Željeznički kolodvor	Krapina (Gradska pekara)	Krapina (Srednja škola)	Krapina (Gradska pekara 3)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Strahinjčica (KR)</b>		-	0,41	0,41	0,41	0,41	0,21	0,11	0,37	0,41	0,36	0,11
<b>Trgocentar</b>			-	1,3	1,3	1,3	0,2	0,4	0,33	0,7	0,6	0,3
<b>Mihaljekiv Jarek</b>				-	3,2	3,2	0,2	0,4	0,38	0,7	0,6	0,3
<b>Polje Krapinsko (Poslon)</b>					-	3,8	0,1	0,1	0,38	0,7	0,6	0,3
<b>Zabok</b>						-	8,1	-0,3	0,28	0,7	0,6	0,3
<b>Pregrada</b>							-	4,3	0,18	0,2	0,1	1
<b>Žutnica</b>								-	0,18	0,1	0,1	1,6
<b>Željeznički kolodvor</b>									-	0,38	0,28	0,08
<b>Krapina (Gradska pekara)</b>										-	-0,2	1,6
<b>Krapina (Srednja škola)</b>											-	1,35
<b>Krapina (Gradska pekara 3)</b>												-

U ovom četvrtom dijelu linije Krapina jug imamo nekoliko jednosmjernih ulica, pa udaljenosti između nekih lokacija unutar matrice udaljenosti nisu jednake u oba smjera. U tablici 42 te udaljenosti označene su crvenom bojom. Iz tog razloga dodaje se još jedna manja tablica koja prikazuje i druge udaljenosti. Npr. Pekom – Gradska pekara = 1 km, a obrnuto je ta udaljenost 1,2 km.

Tablica 45 Matrica udaljenosti 2 – Krapina jug, četvrti dio

km	Željeznički kolodvor	Krapina (Gradska pekara)	Krapina (Srednja škola)	Krapina (Gradska pekara 3)
Pekom	0,18	1,2	0,65	0,9
Strahinjčica (KR)	0,02	1,3	0,7	1
Trgocentar	0,55	1,8	1,65	1,3
Mihaljekiv Jarek	1,4	2,7	2,15	2,2
Polje Krapinsko (Poslon)	1,7	3	2,45	2,5
Zabok	16,9	18,7	17,75	17,6
Pregrada	15,8	16,1	15,45	15,7
Žutnica	3,5	2,8	3,2	2,8
Željeznički kolodvor	-	1,3	0,7	1
Krapina (Gradska pekara)		-	0,3	1,8
Krapina (Srednja škola)			-	1,8
Krapina (Gradska pekara 3)				-

Tablica 46 Vremenska matrica 2 – Krapina jug, četvrti dio

min	Željeznički kolodvor	Krapina (Gradska pekara)	Krapina (Srednja škola)	Krapina (Gradska pekara 3)
Pekom	1	4	3	2
Strahinjčica (KR)	1	3	2	2
Trgocentar	2	6	3	4
Mihaljekiv Jarek	2	5	4	5
Polje Krapinsko (Poslon)	3	6	5	6
Zabok	24	25	24	26
Pregrada	22	25	23	22
Žutnica	5	5	5	5
Željeznički kolodvor	-	3	2	2
Krapina (Gradska pekara)		-	1	4
Krapina (Srednja škola)			-	4
Krapina (Gradska pekara 3)				-

Tablica 47 Matrica ušteta 2 – Krapina jug, četvrti dio

UŠTEDE/km	Željeznički kolodvor	Krapina (Gradska pekara)	Krapina (Srednja škola)	Krapina (Gradska pekara 3)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-
<b>Strahinjčica (KR)</b>	0,37	0,11	0,16	0,11
<b>Trgocentar</b>	0,33	0,1	-0,3	0,3
<b>Mihaljekiv Jarek</b>	0,38	0,1	0,1	0,3
<b>Polje Krapinsko (Poslon)</b>	0,38	0,1	0,1	0,3
<b>Zabok</b>	0,28	-0,5	-0,1	0,3
<b>Pregrada</b>	0,18	0,9	1	1
<b>Žutnica</b>	0,18	1,9	0,95	1,6
<b>Željeznički kolodvor</b>	-	0,08	0,13	0,08
<b>Krapina (Gradska pekara)</b>		-	1,55	0,3
<b>Krapina (Srednja škola)</b>			-	-0,25
<b>Krapina (Gradska pekara 3)</b>				-

**Poredak ušteta:**

- Mihaljekov Jarek - Polje Krapinsko (Poslon) = 3,2 km
- Mihaljekov Jarek – Trgocentar = 1,3 km
- Trgocentar – Strahinjčica (Kr) = 0,41

---

Pekom trgovine:

- Zabok – Pregrada = 8,1 km
- Pregrada – Žutnica = 4,3 km
- Polje Krapinsko (Poslon) – Zabok = 3,8 km

Rute dodane u liniju ne sadrže jednosmjerne ulice. Za daljnju izradu rute uspoređuju se uštete iz tablice 44 i tablice 47, kako bi se mogle odabrati one rute koje najviše odgovaraju, s obzirom na veličinu uštete i smjer same rute.



**Poredak ušteda [Tablica 44]:**

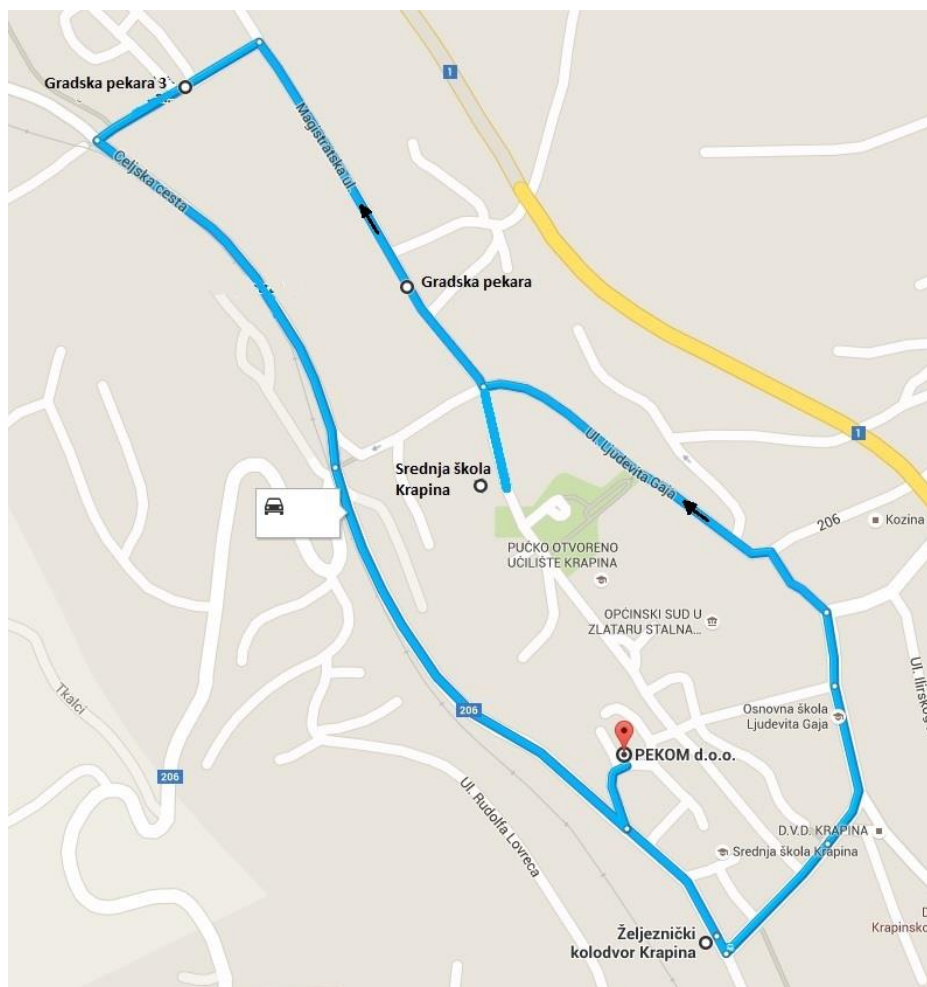
- Žutnica – Gradska pekara 3 = 1,6 km
- Gradska pekara – Gradska pekara 3 = 1,6 km
- Srednja škola – Gradska pekara 3 = 1,35 km
- Željeznički kolodvor – Gradska pekara = 0,38
- Željeznički kolodvor – Srednja škola = 0,28 km
- Žutnica – Željeznički kolodvor = 0,18 km
- Žutnica – Gradska pekara = 0,1 km
- Žutnica – Srednja škola = 0,1 km
- Željeznički kolodvor – Gradska pekara 3 = 0,08 km
- Gradska pekara – Srednja škola = -0,2 km

**Poredak ušteda [Tablica 47]:**

- Gradska pekara – Žutnica = 1,9 km
- Gradska pekara 3 – Žutnica = 1,6 km
- Srednja škola – Gradska pekara = 1,55 km
- Srednja škola – Žutnica = 0,95 km
- Gradska pekara 3 – Gradska pekara = 0,3 km
- Željeznički kolodvor – Žutnica = 0,18 km
- Srednja škola – Željeznički kolodvor = 0,13 km
- Gradska pekara – Željeznički kolodvor = 0,08 km
- Gradska pekara 3 – Željeznički kolodvor = 0,08 km
- Gradska pekara 3 – Srednja škola = -0,25 km

Najveća ušteda je **Gradska pekara – Žutnica = 1,9 km**, ali ona ne ulazi u liniju jer se time mijenja smjer rute. Sljedeća ušteda je **Žutnica – Gradska pekara 3 = 1,6 km** i nju dodajemo u rutu jer se odabirom te rute dobiva odgovarajući smjer. Ruta **Gradska pekara – Gradska pekara 3**, gdje je ušteda također 1,6 km, ne može se dodati jer ako gledamo obrnuto ušteda je manja (0,3 km) i put je duži. Sljedeća ruta s uštedom od 1,55 km koja se može dodati je **Srednja škola – Gradska pekara**. Treća po redu ruta je **Željeznički kolodvor – Srednja škola = 0,28 km**.

Na samom kraju dodaje se ruta **Željeznički kolodvor – Gradska pekara** s uštedom od 0,08 km. Time je ruta zatvorena i kompletirana. Na slici 72 strelicama su označene jednosmjerne ulice. Dobivena ruta potpuno je jednaka staroj ruti te ovdje nema potrebe za računanjem kilometara i vremena utrošenog na vožnju.



Slika 72 Krapina jug – četvrti dio, lokacije unutar grada

## 4.2.5 Linija Radoboj

Tablica 48 Matrica udaljenosti – Radoboj

km	Pekom	Začretje (S)	Začretje (K)	Začretje (M)	Švaljkovec	Selo Mikši	Jazvine (T)	OŠ Jazvine	Bregi Radobojski (S)	OŠ Donja Šemnica	Kraljevec Šemnički	Selo Donja Šemnica	Bregi radobojski (P)	Orehovec Radobojski	Straža Krapinska
<b>Pekom</b>	-	10,6	10,3	10,1	8,3	7,6	6,5	6,4	6,6	10,2	9,1	7,7	7,5	3,8	2,7
<b>Začretje (S)</b>		-	0,45	0,5	2,3	9,9	8,8	8,7	8,9	7,9	10,4	6	9,8	8,7	10,5
<b>Začretje (K)</b>			-	0,23	2,1	9,6	8,5	8,4	8,6	7,6	10,1	5,7	9,5	8,4	10,2
<b>Začretje (M)</b>				-	1,8	9,4	8,3	8,2	8,4	7,3	9,9	5,5	9,3	8,2	10
<b>Švaljkovec</b>					-	7,5	6,5	6,4	6,5	5,6	8,1	3,7	7,5	6,4	8,2
<b>Selo Mikši</b>						-	1,2	1,2	2,3	6,9	5,7	7	3,2	2,2	4
<b>Jazvine (T)</b>							-	0,13	1,2	4,4	6,7	5,9	2,1	1	2,9
<b>OŠ Jazvine</b>								-	1,1	4,3	6,8	5,8	2	1	2,8
<b>Bregi Radobojski (S)</b>									-	3,2	5,8	5,9	0,95	1,1	2,9
<b>OŠ Donja Šemnica</b>										-	2,5	2,6	2,9	4,4	6,2
<b>Kraljevec Šemnički</b>											-	5,3	5,5	6,9	9,6
<b>Selo Donja Šemnica</b>												-	5,7	5,8	7,6
<b>Bregi radobojski (P)</b>													-	2,1	3,9
<b>Orehovec Radobojski</b>														-	2,2
<b>Straža Krapinska</b>															-

Tablica 49 Vremenska matrica - Radoboj

min	Pekom	Začretje (S)	Začretje (K)	Začretje (M)	Švaljkovec	Selo Mikši	Jazvine (T)	OŠ Jazvine	Bregi Radobojski (S)	OŠ Donja Šemnica	Kraljevec Šemnički	Selo Donja Šemnica	Bregi radobojski (P)	Orehovec Radobojski	Straža Krapinska
<b>Pekom</b>	-	15	14	14	12	12	10	10	10	15	17	13	13	8	6
<b>Začretje (S)</b>		-	1	1	3	14	11	11	12	9	13	8	14	12	14
<b>Začretje (K)</b>			-	1	3	13	11	11	11	9	13	8	14	11	14
<b>Začretje (M)</b>				-	2	13	10	10	11	8	12	7	13	11	13
<b>Švaljkovec</b>					-	9	8	8	8	6	10	5	11	8	11
<b>Selo Mikši</b>						-	2	2	4	10	9	11	7	4	7
<b>Jazvine (T)</b>							-	1	2	8	10	9	5	2	5
<b>OŠ Jazvine</b>								-	2	8	11	9	5	2	5
<b>Bregi Radobojski (S)</b>									-	6	10	10	3	3	6
<b>OŠ Donja Šemnica</b>										-	4	5	6	8	12
<b>Kraljevec Šemnički</b>											-	7	11	13	15
<b>Selo Donja Šemnica</b>												-	11	9	11
<b>Bregi radobojski (P)</b>													-	5	9
<b>Orehovec Radobojski</b>														-	4
<b>Straža Krapinska</b>															-

Tablica 50 Matrica ušteda – Radoboj

UŠTEDE/km	Pekom	Začretje (S)	Začretje (K)	Začretje (M)	Švaljkovec	Selo Mikši	Jazvine (T)	OŠ Jazvine	Bregi Radobojski (S)	OŠ Donja Šemnica	Kraljevec Šemnički	Selo Donja Šemnica	Bregi radobojski (P)	Orehovec Radobojski	Straža Krapinska
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Začretje (S)</b>		-	20,45	20,2	16,6	8,3	8,3	8,3	8,3	12,9	9,3	12,3	8,3	5,7	2,8
<b>Začretje (K)</b>			-	20,17	16,5	8,3	8,3	8,3	8,3	12,9	9,3	12,3	8,3	5,7	2,8
<b>Začretje (M)</b>				-	16,6	8,3	8,3	8,3	8,3	13	9,3	12,3	8,3	5,7	2,8
<b>Švaljkovec</b>					-	8,4	8,3	8,3	8,4	12,9	9,3	12,3	8,3	5,7	2,8
<b>Selo Mikši</b>						-	12,9	12,8	11,9	10,9	11	8,3	11,9	9,2	6,3
<b>Jazvine (T)</b>							-	12,77	11,9	12,3	8,9	8,3	11,9	9,3	6,3
<b>OŠ Jazvine</b>								-	11,9	12,3	8,7	8,3	11,9	9,2	6,3
<b>Bregi Radobojski (S)</b>									-	13,6	9,9	8,4	13,15	9,3	6,4
<b>OŠ Donja Šemnica</b>										-	16,8	15,3	14,8	9,6	6,7
<b>Kraljevec Šemnički</b>											-	11,5	11,1	6	2,2
<b>Selo Donja Šemnica</b>												-	9,5	5,7	2,8
<b>Bregi radobojski (P)</b>													-	9,2	6,3
<b>Orehovec Radobojski</b>														-	4,3
<b>Straža Krapinska</b>															-

**Poredak ušteta:**

- Sv. Križ Začretje (K) – Sv. Križ Začretje (S) = 20,45 km
- Sv. Križ Začretje (S) – Sv. Križ Začretje (M) = 20,2 km
- Sv. Križ Začretje (M) – Švaljkovec = 16,6 km
- OŠ Donja Šemnica – Bregi Radobojski (S) = 13,6 km
- OŠ Donja Šemnica – Švaljkovec = 12,9 km
- OŠ Jazvine – Jazvine (T) = 12,77 km
- Radobojski Bregi (S) – OŠ Jazvine = 11,9 km

---

**PRODAJA**

- Selo Mikši – Jazvine (T) = 12,9 km
- Selo Mikši – Radobojski Bregi (P) = 11,9 km
- Kraljevec Šemnički – Selo Donja Šemnica = 11,5 km
- Kraljevec Šemnički – Bregi Radobojski (P) = 11,1 km
- Selo Donja Šemnica- Orehovec RAdobojski = 5,7 km
- Orehovec Radobojski – Straža Krapinska = 4,3 km

**Nova ruta:** Pekom – Sv. Križ Začretje (K) – Sv. Križ Začretje (S) – Sv. Križ Začretje (M) – Švaljkovec – OŠ Donja Šemnica – Bregi Radobojski (S) – OŠ Jazvine – Jazvine (T) – Selo Mikši – Bregi Radobojski (P) – Kraljevec Šemnički – Selo Donja Šemnica – Orehovec Radobojski – Straža Krapinska – Pekom

**Kilometri:**  $10,3 + 0,45 + 0,5 + 1,8 + 5,6 + 3,2 + 1,1 + 0,13 + 1,2 + 3,2 + 5,5 + 5,3 + 5,8 + 2,2 + 2,7 = 48,98$  km

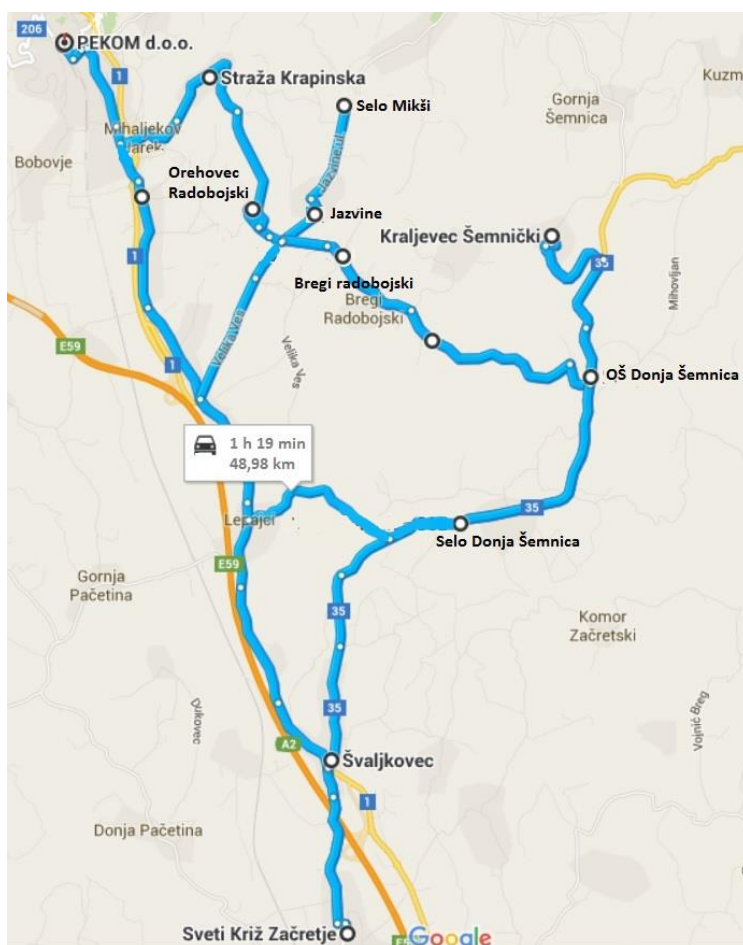
**Vrijeme:**  $14 + 1 + 1 + 2 + 6 + 6 + 2 + 1 + 2 + 7 + 11 + 7 + 9 + 4 + 6 = 79$  min = 1 h 19 min

**Stara ruta:** Pekom – Sv. Križ Začretje (S) – Sv. Križ Začretje (K) – Sv. Križ Začretje (M) – Švaljkovec – Selo Mikši – Jazvine (T) – OŠ Jazvine – Bregi Radobojski (S) – OŠ Donja Šemnica – Kraljevec Šemnički – Selo Donja Šemnica – Bregi Radobojski (P) – Orehovec Radobojski – Straža Krapinska – Pekom

**Kilometri:** 46,71 km

**Vrijeme:** 1 h 15 min

U ovoj linije dobili smo drugačiju rutu ali ne i bolju. Ruta je neznatno lošija, samo za 2 km. Izgled rute prikazan je na slici 73.



**Slika 73 Linija Radoboj – nova ruta**

#### 4.2.6 Linija Pregrada

Tablica 51 Matrica udaljenosti – Pregrada

km	Pekom	Benkovo	Pregrada (K1)	Pregrada (ZTC)	Pregrada (K2)	Pregrada (S)	Pregrada (G)	Pregrada (K2)	Pregrada (Po1)	Pregrada (Po2)	Klenice	Svedruža	Gredenec	Prigorje	Preseka	Brezovica
<b>Pekom</b>	-	9,8	15,1	15	13,4	14,2	14,7	13,4	13,6	14,8	11,3	9,3	10,6	11,2	6,3	7,2
<b>Benkovo</b>		-	5,4	5,2	3,6	4,4	4,9	3,6	3,8	5,1	4,3	2,6	5,5	6,9	5,8	8,5
<b>Pregrada (K1)</b>			-	0,084	1,7	0,85	0,45	1,7	1,5	0,3	4,2	6,7	9,3	6,6	9,6	12,3
<b>Pregrada (ZTC)</b>				-	1,6	0,75	0,55	1,6	1,4	0,4	4	6,6	9,1	6,5	9,4	12,2
<b>Pregrada (K2)</b>					-	0,8	1,3	0	0,19	1,4	3,5	5	8,6	7,3	8,9	11,6
<b>Pregrada (S)</b>						-	0,5	0,8	0,65	0,6	3,3	5,6	8,4	7,2	8,7	11,4
<b>Pregrada (G)</b>							-	1,3	1,1	0,13	3,8	6,3	8,8	7	9,2	11,9
<b>Pregrada (K2)</b>								-	0,19	1,4	3,5	5	8,6	7,3	8,9	11,6
<b>Pregrada (Po1)</b>									-	1,2	3,3	5,2	8,4	7,2	8,7	11,4
<b>Pregrada (Po2)</b>										-	3,9	6,4	9	6,9	9,3	12
<b>Klenice</b>											-	2,2	5,1	4,8	5,4	8,1
<b>Svedruža</b>												-	3	2,7	3,4	6,1
<b>Gredenec</b>													-	1,7	4,7	3,5
<b>Prigorje</b>														-	6,1	3
<b>Preseka</b>															-	3
<b>Brezovica</b>																-



Tablica 52 Vremenska matrica – Pregrada

min	Pekom	Benkovo	Pregrada (K1)	Pregrada (ZTC)	Pregrada (K2)	Pregrada (S)	Pregrada (G)	Pregrada (K2)	Pregrada (Po1)	Pregrada (Po2)	Klenice	Svedruža	Gredenec	Prigorje	Preseka	Brezovica
<b>Pekom</b>	-	16	24	23	21	22	23	21	21	23	18	14	17	16	10	11
<b>Benkovo</b>		-	8	7	4	6	7	4	5	7	8	4	10	12	9	13
<b>Pregrada (K1)</b>			-	1	3	2	1	3	3	1	7	9	18	11	17	22
<b>Pregrada (ZTC)</b>				-	3	2	2	3	3	2	7	9	18	11	17	22
<b>Pregrada (K2)</b>					-	1	2	0	1	2	6	6	17	11	16	21
<b>Pregrada (S)</b>						-	1	1	1	1	6	10	17	10	16	21
<b>Pregrada (G)</b>							-	2	2	1	6	8	17	12	16	21
<b>Pregrada (K2)</b>								-	1	2	6	6	17	11	16	21
<b>Pregrada (Po1)</b>									-	2	6	6	17	10	16	21
<b>Pregrada (Po2)</b>										-	6	8	17	12	16	21
<b>Klenice</b>											-	5	11	7	10	15
<b>Svedruža</b>												-	7	5	6	11
<b>Gredenec</b>													-	3	10	7
<b>Prigorje</b>														-	12	6
<b>Preseka</b>															-	7
<b>Brezovica</b>																-

Tablica 53 Matrica ušteta – Pregrada

UŠTEDE/km	Pekom	Benkovo	Pregrada (K1)	Pregrada (ZTC)	Pregrada (K2)	Pregrada (S)	Pregrada (G)	Pregrada (K2)	Pregrada (Po1)	Pregrada (Po2)	Klenice	Svedruža	Gredenec	Prigorje	Preseka	Brezovica
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Benkovo</b>		-	19,5	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,6	19,5	16,8	16,5	14,9	14,1	10,3	8,5
<b>Pregrada (K1)</b>			-	30,016	26,8	28,45	29,35	26,8	27,2	29,6	22,2	17,7	16,4	19,7	11,8	10
<b>Pregrada (ZTC)</b>				-	26,8	28,45	29,15	26,8	27,2	29,4	22,3	17,7	16,5	19,7	11,9	10
<b>Pregrada (K2)</b>					-	26,8	26,8	26,8	26,81	26,8	21,2	17,7	15,4	17,3	10,8	9
<b>Pregrada (S)</b>						-	28,4	26,8	27,15	28,4	22,2	17,9	16,4	18,2	11,8	10
<b>Pregrada (G)</b>							-	26,8	27,2	29,37	22,2	17,7	16,5	18,9	11,8	10
<b>Pregrada (K2)</b>								-	26,81	26,8	21,2	17,7	15,4	17,3	10,8	9
<b>Pregrada (Po1)</b>									-	27,2	21,6	17,7	15,8	17,6	11,2	9,4
<b>Pregrada (Po2)</b>										-	22,2	17,7	16,4	19,1	11,8	10
<b>Klenice</b>											-	18,4	16,8	17,7	12,2	10,4
<b>Svedruža</b>												-	16,9	17,8	12,2	10,4
<b>Gredenec</b>													-	20,1	12,2	14,3
<b>Prigorje</b>														-	11,4	15,4
<b>Preseka</b>															-	10,5
<b>Brezovica</b>																-

**Poredak ušteda:**

- Pregrada (K1) – Pregrada (ZTC) = 30,016 km
- Pregrada (K1) – Pregrada (P2) = 29,6 km
- Pregrada (G) – Pregrada (P2) = 29,37 km
- Pregrada (ZTC) – Pregrada (S) = 28,45 km
- Pregrada (G) – Pregrada (P1) = 27,2 km
- Pregrada (K2) – Pregrada (P1) = 26,81 km
- Pregrada (K2 – 2.put) – Pregrada (S) = 26,8 km
- Pregrada (K2) – Benkovo = 19,6 km

---

**PRODAJA**

- Pregrada (K2 – 2.put) – Klenice = 21,2 km
- Gredenec – Prigorje = 20,1 km
- Klenice – Svedruža = 18,4 km
- Svedruža prigorje = 17,8 km
- Gredenec – Brezova = 14,3 km

**Nova ruta:** Pekom – Benkovo – Pregrada (K2) – Pregrada (P1) – Pregrada (G) – Pregrada (P2) – Pregrada (K1) – Pregrada (ZTC) Pregrada (S) – Pregrada (K2 – 2.put) – Klenice – Svedruža – Prigorje – Gredenec – Brezovica – Preseka – Pekom

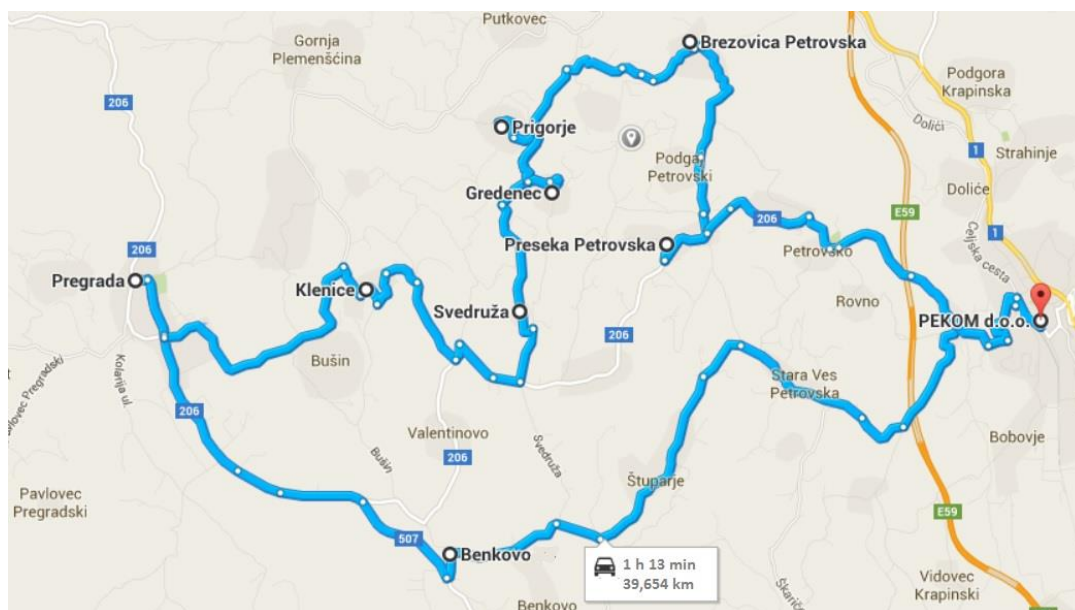
**Kilometri:**  $9,8 + 3,6 + 0,19 + 1,1 + 0,13 + 0,3 + 0,084 + 0,75 + 0,8 + 3,5 + 2,2 + 2,7 + 1,7 + 3,5 + 3 + 6,3 = 39,654$  km

**Vrijeme:**  $16 + 4 + 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 6 + 5 + 5 + 3 + 7 + 7 + 11 = 73$  mim = 1 h 13 min

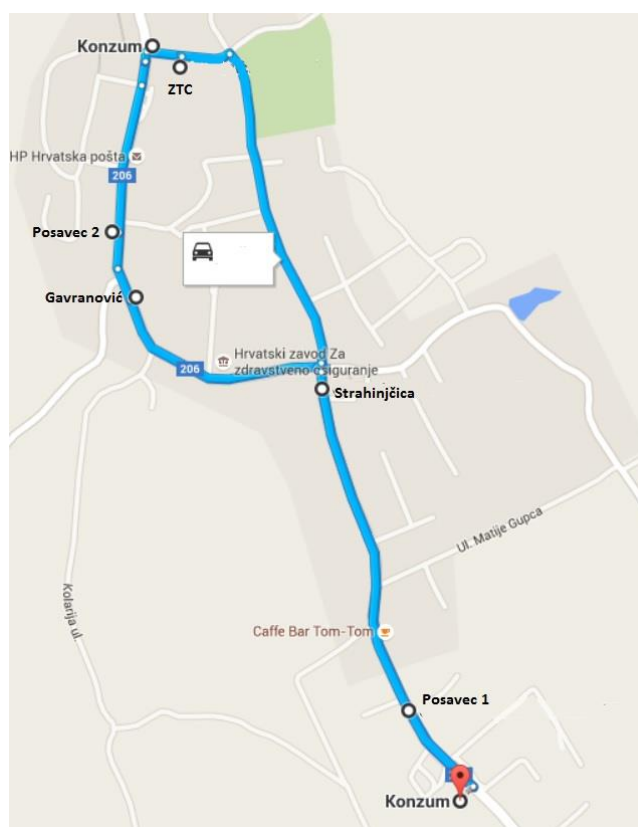
**Stara ruta:** Pekom – Benkovo – Pregrada (K1) – Pregrada (ZTC) – Pregrada (K2) – Pregrada (S) Pregrada (G) – Pregrada (K2 – 2.put) Pregrada (P1) – Pregrada (P2) – Klenice – Svedruža – Prigorje – Gredenec – Brezovica – Preseka – Pekom

**Kilometri:** 48 km

**Vrijeme:** 1 h 25 min



Slika 74 Linija Pregrada – nova ruta



Slika 75 Pregrada – lokacije unutar grada

#### 4.2.7 Linija Radoboj, Mihovljan, Macelj

##### 4.2.7.1 Prvi dio rute

Tablica 54 Matrica udaljenosti – Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio

km	Pekom	Trški Vrh	Radoboj (T)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	G. Šemnica	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)
<b>Pekom</b>	-	1,7	5	5,6	5,1	7,3	12,3	12,2	12,1
<b>Trški Vrh</b>		-	3,3	3,8	3,4	5,6	10,6	10,4	10,4
<b>Radoboj (T)</b>			-	0,5	0,1	2,3	7,3	7,1	7,1
<b>Radoboj (H1)</b>				-	0,55	2,7	7,7	7,6	7,5
<b>Radoboj (H2)</b>					-	2,2	7,2	7	7
<b>G. Šemnica</b>						-	5	4,9	4,8
<b>Mihovljan (K)</b>							-	0,13	0,22
<b>Mihovljan (T)</b>								-	0,12
<b>Mihovljan (N)</b>									-

Tablica 55 Vremenska matrica – Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio

min	Pekom	Trški Vrh	Radoboj (T)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	G. Šemnica	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)
<b>Pekom</b>	-	6	11	12	11	14	21	21	21
<b>Trško Vrh</b>		-	4	6	5	8	16	15	16
<b>Radoboj (T)</b>			-	1	1	3	11	11	11
<b>Radoboj (H1)</b>				-	1	4	12	12	12
<b>Radoboj (H2)</b>					-	3	10	10	10
<b>G. Šemnica</b>						-	7	7	8
<b>Mihovljan (K)</b>							-	1	1
<b>Mihovljan (T)</b>								-	1
<b>Mihovljan (N)</b>									-

Tablica 56 Matrica ušteda – Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio

UŠTEDE/km	Pekom	Trški Vrh	Radoboj (T)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	G. Šemnica	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)
Pekom	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trško Vrh		-	3,4	3,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,4
Radoboj (T)			-	10,1	10	10	10	10,1	10
Radoboj (H1)				-	10,15	10,2	10,2	10,2	10,2
Radoboj (H2)					-	10,2	10,2	10,3	10,2
G. Šemnica						-	14,6	14,6	14,6
Mihovljan (K)							-	24,37	24,18
Mihovljan (T)								-	24,18
Mihovljan (N)									-

**Poredak ušteda:**

- Mihovljan (T) – Mihovljan (K) = 24,37 km
- Mihovljan (K) – Mihovljan (N) = 24,18 km
- Gornja Šemnica – Mihovljan (T) = 14,16 km
- Radoboj (H1) – Gornja Šemnica = 10,2 km
- Radoboj (H1) – Radoboj (H2) = 10,15 km
- Radoboj (H2) – Radoboj (T) = 10 km
- Trški Vrh – Radoboj (T) = 3,4 km

**Nova ruta:** Pekom – Trški Vrh – Radoboj (T) – Radoboj (H2) – Radoboj (H1) – Gornja Šemnica – Mihovljan (T) – Mihovljan (K) – Mihovljan (N) – Pekom

**Kilometri:**  $1,7 + 3,3 + 0,1 + 0,55 + 2,7 + 4,9 + 0,13 + 0,22 + 12,1 = 25,7$  km

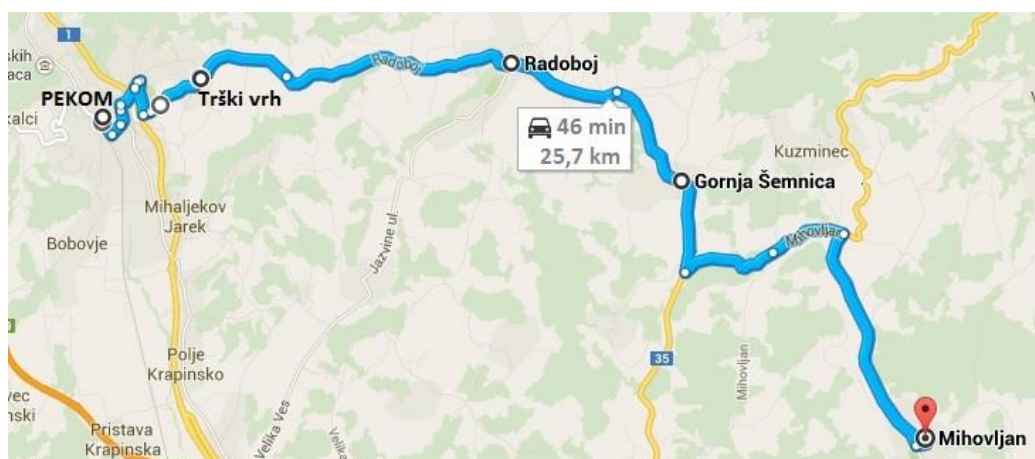
**Vrijeme:**  $6 + 4 + 1 + 1 + 4 + 7 + 1 + 1 + 21 = 46$  min

**Stara ruta:** Pekom – Trški Vrh – Radoboj (T) – Radoboj (H1) – Radoboj (H2) – Gornja Šemnica – Mihovljan (K) – Mihovljan (T) – Mihovljan (N) – Pekom

**Kilometri:** 25,7 km

**Vrijeme:** 46 min

Za prvi dio ove linije dobiveni su jednaki rezultati što se tiče kilometara i vremena, jedina razlika je u redoslijedu posjećivanja lokacija.



**Slika 76 Prvi dio nove rute – Radoboj, Mihovljan, Macelj**

#### 4.2.7.2 Drugi dio rute

**Tablica 57 Matrica udaljenosti - Radoboj, Mihovljan, Macelj – drugi dio**

km	Pekom	Šabac (T)	OŠ Đurmanec	Smiljanec	G. Macelj	Smiljanova graba	Trški Vrh	Radoboj	Kuzminec	Mihovljan	Gregurovec
<b>Pekom</b>	-	1,3	6	10,1	14,2	9,7	1,6	4,8	10,5	11,9	13,1
<b>Šabac (T)</b>		-	6,4	10,4	14,4	10	3	6,3	11,9	13,4	14,5
<b>OŠ Đurmanec</b>			-	5,1	9,1	4,7	7,1	8,4	16,4	17,5	18,1
<b>Smiljanec</b>				-	5,3	0,3	10,3	14,8	20,4	21,9	23
<b>G. Macelj</b>					-	5	15,6	18,8	24,4	25,9	27,1
<b>Smiljanova graba</b>						-	10	14,6	20,2	21,7	22,8
<b>Trški Vrh</b>							-	3,5	9,1	10,6	11,8
<b>Radoboj</b>								-	5,6	7,1	8,2
<b>Kuzminec</b>									-	3,2	3,4
<b>Mihovljan</b>										-	2,9
<b>Gregurovec</b>											-

Tablica 58 Vremenska matrica - Radoboj, Mihovljan, Macelj – drugi dio

min	Pekom	Šabac (T)	OŠ Đurmanec	Smiljanec	G. Macelj	Smiljanova graba	Trški Vrh	Radoboj	Kuzminec	Mihovljan	Gregurovec
<b>Pekom</b>	-	4	9	14	16	13	5	10	18	20	25
<b>Šabac (T)</b>		-	10	14	17	14	7	12	20	21	27
<b>OŠ Đurmanec</b>			-	6	9	5	12	13	29	30	32
<b>Smiljanec</b>				-	6	1	14	22	30	32	37
<b>G. Macelj</b>					-	6	20	24	33	34	40
<b>Smiljanova graba</b>						-	13	21	30	31	37
<b>Trški Vrh</b>							-	6	14	16	21
<b>Radoboj</b>								-	9	10	15
<b>Kuzminec</b>									-	6	10
<b>Mihovljan</b>										-	7
<b>Gregurovec</b>											-

Tablica 59 Matrica ušteda - Radoboj, Mihovljan, Macelj – drugi dio

UŠTEDE/km	Pekom	Šabac (T)	OŠ Đurmanec	Smiljanec	G. Macelj	Smiljanova graba	Trški Vrh	Radoboj	Kuzminec	Mihovljan	Gregurovec
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Šabac (T)</b>		-	0,9	1	1,1	1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1
<b>OŠ Đurmanec</b>			-	11	11,1	11	0,5	2,4	0,1	0,4	1
<b>Smiljanec</b>				-	19	19,5	1,4	0,1	0,2	0,1	0,2
<b>G. Macelj</b>					-	18,9	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
<b>Smiljanova graba</b>						-	1,3	-0,1	0	-0,1	0
<b>Trški Vrh</b>							-	2,9	3	2,9	2,9
<b>Radoboj</b>								-	9,7	9,6	9,7
<b>Kuzminec</b>									-	19,2	20,2
<b>Mihovljan</b>										-	22,1
<b>Gregurovec</b>											-

## Poredak ušteda:

- Mihovljan – Gregurovec = 22,1 km
- Gregurovec – Kuzminec = 20,2 km
- Smiljanec – Smiljanova graba = 19,5 km



- Smiljanec – Gornji Macelj = 19 km
- Gornji Macelj – OŠ Đurmanec = 11,1 km
- Radoboj Kuzminec = 9,7 km
- Trški Vrh – Radoboj = 2,9 km
- Smiljanova Graba – Trški Vrh = 1,3 km
- OŠ Đurmanec – Šabac = 0,9 km

---

#### UZIMANJE SANDUKA PO RGOVINAMA:

Ovaj dio poklapa se s uštedama u prvom dijelu rute. Jedino je potrebno dodati lokaciju Šabac. Ušteda Šabac – Trški vrh = -0,1 km te ona dolazi na zadnje mjesto u poretku ušteda.

**Nova ruta:** Pekom – Šabac – OŠ Đurmanec – Gornji Macelj – Smiljanec – Smiljanova Graba – Trški Vrh – Radoboj – Kuzminec – Gregurovec – Mihovljan – Mihovljan (N) – Mihovljan (K) – Mihovljen (T) – Gornja Šemnica – Radoboj (H1) – Radoboj (H2) – Radoboj (T) – Trški Vrh – Šabac – Pekom

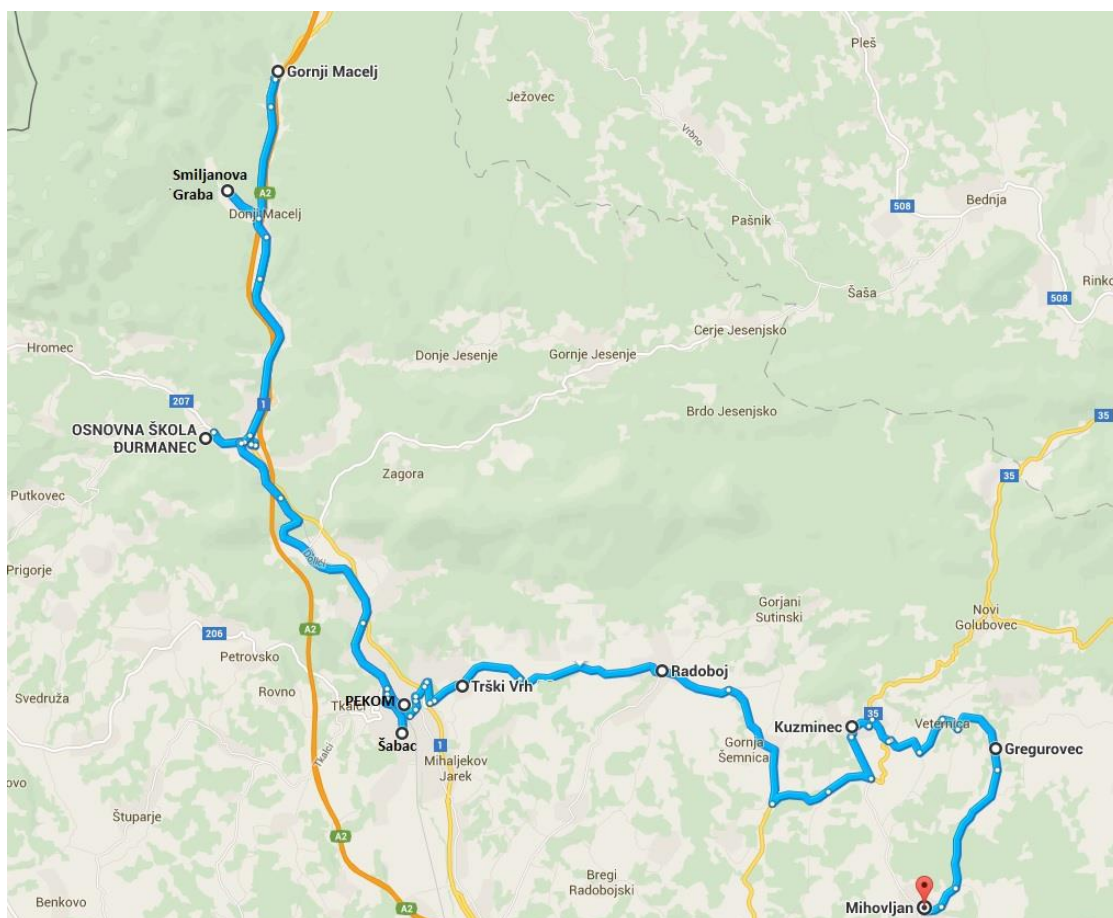
**Kilometri:**  $1,3 + 6,4 + 9,1 + 5,3 + 0,3 + 10 + 3,5 + 5,6 + 3,4 + 2,9 + 0 + 0,22 + 0,13 + 4,9 + 2,7 + 0,55 + 0,1 + 3,3 + 3 + 1,3 = 64$  km

**Vrijeme:**  $4 + 10 + 9 + 6 + 1 + 13 + 6 + 9 + 10 + 7 + 0 + 1 + 1 + 7 + 4 + 1 + 1 + 4 + 7 + 4 = 105$  min = 1 h 45 min

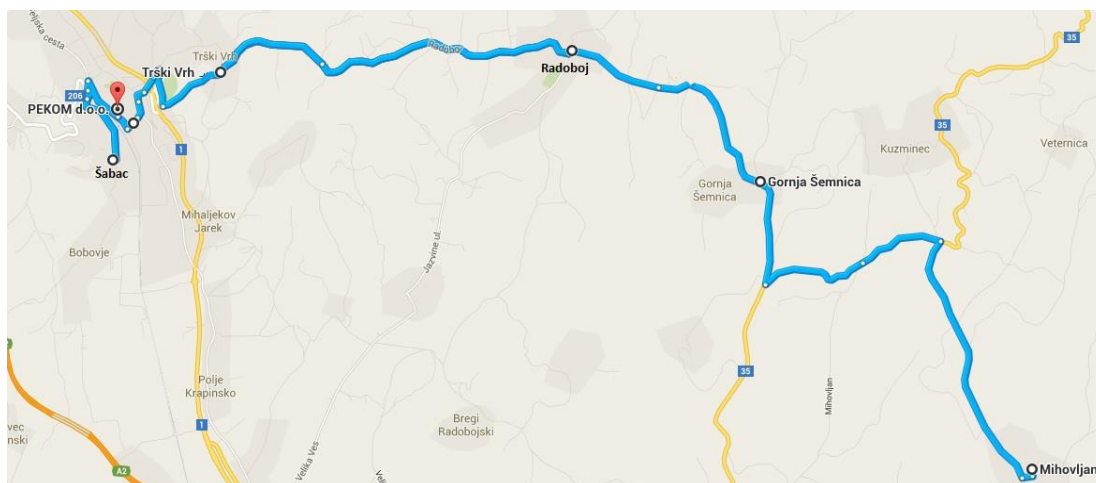
**Stara ruta:** Pekom – Šabac – OŠ Đurmanec – Gornji Macelj – Smiljanec – Smiljanova Graba – Trški Vrh – Radoboj – Kuzminec – Gregurovec – Mihovljan – Mihovljan (N) – Mihovljan (K) – Mihovljen (T) – Gornja Šemnica – Radoboj (H1) – Radoboj (H2) – Radoboj (T) – Trški Vrh – Pekom

**Kilometri:** 66,35 km

**Vrijeme:** 1 h 49 min



**Slika 77 Nova ruta – Radoboj, Mihovljan, Macelj**



**Slika 78 Uzimanje sanduka – Radoboj, Mihovljan, Macelj**

#### 4.2.8 Linija Krapinske toplice

##### 4.2.8.1 Krapinske Toplice – prvi dio rute

Tablica 60 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, prvi dio

km	Pekom	Kr. Toplice (S)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	Kr. Toplice (Kusttura)	Kr. Toplice (Vrtić)	OŠ Kr. Toplice	Kr. Toplice (T1)	Kr. Toplice (T2)	OŠ Škarićevo	TIM promet
<b>Pekom</b>	-	13,3	13,8	14,6	15,1	14	14	13,7	13,6	5,4	5,9
<b>Kr. Toplice (S)</b>		-	0,65	1,4	2	0,85	0,85	0,4	0,29	5,4	6
<b>Kr. Toplice (K1)</b>			-	0,75	1,4	0,26	0,26	0,12	0,23	5,8	6,4
<b>Kr. Toplice (K2)</b>				-	2,2	1	1	0,7	0,8	6,6	7,2
<b>Kr. Toplice (Kusttura)</b>					-	1,1	1,1	1,5	1,6	7,2	7,8
<b>Kr. Toplice (Vrtić)</b>						-	0	0,4	0,5	6	6,6
<b>OŠ Kr. Toplice</b>							-	0,4	0,5	6	6,6
<b>Kr. Toplice (T1)</b>								-	0,11	5,7	6,3
<b>Kr. Toplice (T2)</b>									-	5,6	6,2
<b>OŠ Škarićevo</b>										-	0,65
<b>TIM promet</b>											-

Tablica 61 Vremenska matrica Krapinske Toplice, prvi dio

min	Pekom	Kr. Toplice (S)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	Kr. Toplice (Kusttura)	Kr. Toplice (Vrtić)	OŠ Kr. Toplice	Kr. Toplice (T1)	Kr. Toplice (T2)	OŠ Škarićevo	TIM promet
<b>Pekom</b>	-	20	20	22	23	21	21	20	20	12	13
<b>Kr. Toplice (S)</b>		-	2	3	5	2	2	1	1	10	11
<b>Kr. Toplice (K1)</b>			-	2	3	1	1	1	1	10	12
<b>Kr. Toplice (K2)</b>				-	5	3	3	2	2	13	14
<b>Kr. Toplice (Kusttura)</b>					-	2	2	3	4	13	14
<b>Kr. Toplice (Vrtić)</b>						-	0	1	1	11	12
<b>OŠ Kr. Toplice</b>							-	1	1	11	12
<b>Kr. Toplice (T1)</b>								-	1	11	12
<b>Kr. Toplice (T2)</b>									-	10	12
<b>OŠ Škarićevo</b>										-	1
<b>TIM promet</b>											-

Tablica 62 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, prvi dio

UŠTEDE/km	Pekom	Kr. Toplice (S)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	Kr. Toplice (Kusttura)	Kr. Toplice (Vrtić)	OŠ Kr. Toplice	Kr. Toplice (T1)	Kr. Toplice (T2)	OŠ Škarićevo	TIM promet
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Kr. Toplice (S)</b>		-	26,45	26,5	26,4	26,45	26,45	26,6	26,61	13,3	13,2
<b>Kr. Toplice (K1)</b>			-	27,65	27,5	27,54	27,54	27,38	27,17	13,4	13,3
<b>Kr. Toplice (K2)</b>				-	27,5	27,6	27,6	27,6	27,4	13,4	13,3
<b>Kr. Toplice (Kusttura)</b>					-	28	28	27,3	27,1	13,3	13,2
<b>Kr. Toplice (Vrtić)</b>						-	28	27,3	27,1	13,4	13,3
<b>OŠ Kr. Toplice</b>							-	27,3	27,1	13,4	13,3
<b>Kr. Toplice (T1)</b>								-	27,19	13,4	13,3
<b>Kr. Toplice (T2)</b>									-	13,4	13,3
<b>OŠ Škarićevo</b>										-	10,65
<b>TIM promet</b>											-

**Poredak ušteda:**

- Kr. Toplice (Kustura) – Kr. Toplice (OŠ i Dječji vrtić) = 28 km
- Kr. Toplice (K2) – Kr. Toplice (K1) = 27,65 km
- Kr. Toplice (K2) – Kr. Toplice (OŠ i Dječji vrtić) = 27,6 km
- Kr. Toplice (K1) – Kr. Toplice (T1) = 27,38 km
- Kr. Toplice (T1) – Kr. Toplice (T2) = 27,19 km
- Kr. Toplice (T2) – Kr. Toplice (S) = 26,61 km
- Kr. Toplice (K1) – OŠ Škarićevo = 13,3 km
- Kr. Toplice (Kustura) – TIM Promet = 13,2 km

**Nova ruta:** Pekom – OŠ Škarićevo – Kr. Toplice (S) – Kr. Toplice (T2) – Kr. Toplice (T1) – Kr. Toplice (K1) – Kr. Toplice (K2) – Kr. Toplice (OŠ i Dječji vrtić) – Kr. Toplice (Kustura) – TIM Promet – Pekom

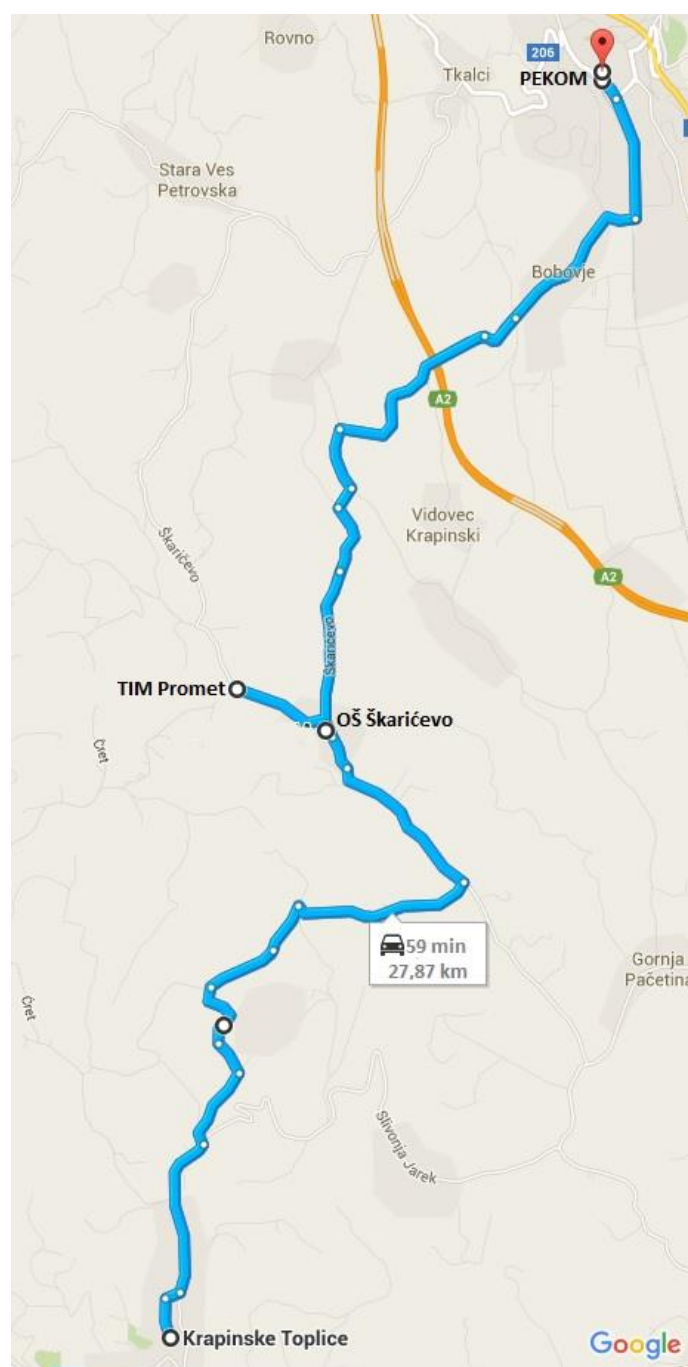
**Kilometri:**  $5,4 + 5,4 + 0,29 + 0,11 + 0,12 + 0,75 + 1 + 1,1 + 7,8 + 5,9 = 27,87$  km

**Vrijeme:**  $12 + 10 + 1 + 1 + 1 + 2 + 3 + 2 + 14 + 13 = 59$  min

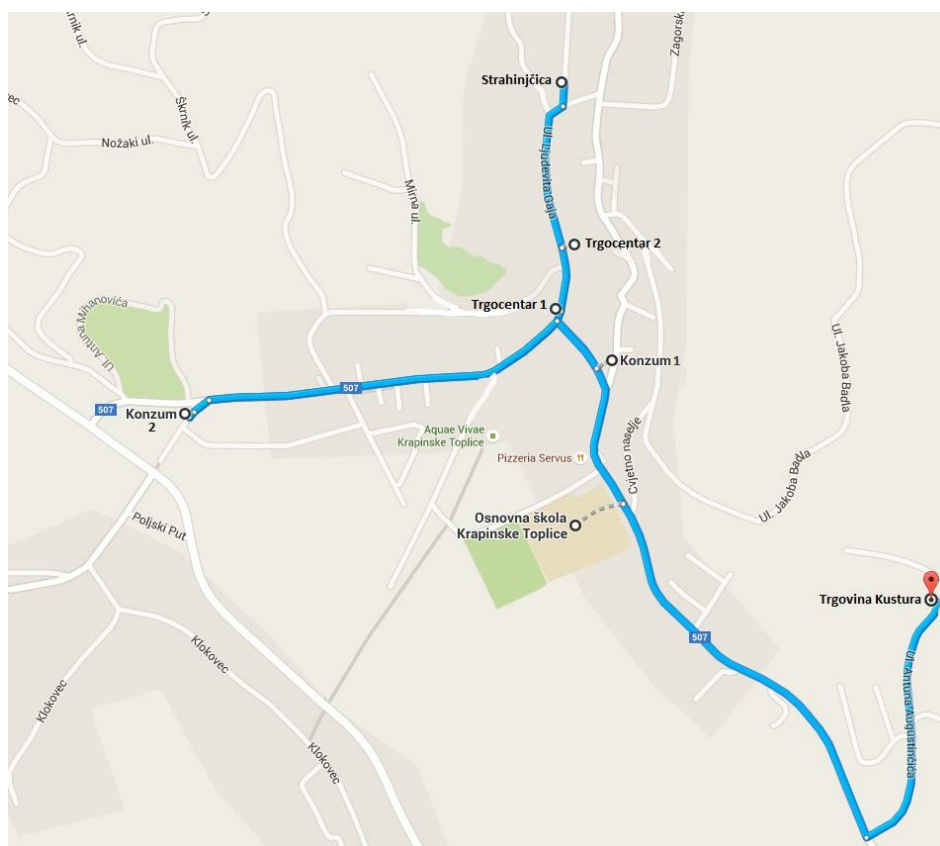
**Stara ruta:** Pekom – Kr. Toplice (S) – Kr. Toplice (K1) – Kr. Toplice (K2) – Kr. Toplice (Kustura) – Kr. Toplice (OŠ i Dječji vrtić) – Kr. Toplice (T1) – Kr. Toplice (T2) – OŠ Škarićevo – TIM Promet – Pekom

**Kilometri:** 30,75 km

**Vrijeme:** 56 min



**Slika 79 Nova ruta – Krapinske Toplice, prvi dio**



Slika 80 Krapinske Toplice – lokacije unutar grada, nova ruta

## 4.2.8.2 Krapinske Toplice – drugi dio rute

Tablica 63 Matrica udaljenosti – Krapinske Toplice, drugi dio

km	Pekom	Kr. Vidovec	Pretkovec	Štuparje	Čret	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	G. Pačetina	D. Šemnica
<b>Pekom</b>	-	3,5	4,5	6,5	11	13,8	14,6	7,3	8,6
<b>Kr. Vidovec</b>		-	2,4	6	6,2	8,9	9,7	3,4	8,3
<b>Pretkovec</b>			-	4	8,5	8,3	9,5	4,6	9,5
<b>Štuparje</b>				-	4,4	9,1	8,4	8,5	13,4
<b>Čret</b>					-	4,6	3,9	6,6	17
<b>Kr. Toplice (K1)</b>						-	0,75	6,5	11,4
<b>Kr. Toplice (K2)</b>							-	7,3	12,1
<b>G. Pačetina</b>								-	4,9
<b>D. Šemnica</b>									-

Tablica 64 Vremenska matrica – Krapinske Toplice, drugi dio

min	Pekom	Kr. Vidovec	Pretkovec	Štuparje	Čret	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	G. Pačetina	D. Šemnica
<b>Pekom</b>	-	7	10	11	17	20	22	11	14
<b>Kr. Vidovec</b>		-	5	10	12	17	18	6	14
<b>Pretkovec</b>			-	7	12	15	15	8	16
<b>Štuparje</b>				-	6	12	11	13	21
<b>Čret</b>					-	6	5	11	26
<b>Kr. Toplice (K1)</b>						-	2	9	16
<b>Kr. Toplice (K2)</b>							-	11	19
<b>G. Pačetina</b>								-	7
<b>D. Šemnica</b>									-

Tablica 65 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, drugi dio

UŠTEDE/km	Pekom	Kr. Vidovec	Pretkovec	Štuparje	Čret	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	G. Pačetina	D. Šemnica
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Kr. Vidovec</b>		-	5,6	4	8,3	8,4	8,4	7,4	3,8
<b>Pretkovec</b>			-	7	7	10	9,6	7,2	3,6
<b>Štuparje</b>				-	13,1	11,2	12,7	5,3	1,7
<b>Čret</b>					-	20,2	21,7	11,7	2,6
<b>Kr. Toplice (K1)</b>						-	27,65	14,6	11
<b>Kr. Toplice (K2)</b>							-	14,6	11,1
<b>G. Pačetina</b>								-	11
<b>D. Šemnica</b>									-

**Poredak ušteda:**

- Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (K2) = 27,65 km
- Čret – Krapinske Toplice (K2) = 21,7 km
- Krapinske Toplice (K1) – Gornja Pačetina = 14,6 km
- Štuparje – Čret = 13,1 km
- Gornja Pačetina – Donja Šemnica = 11 km
- Pretkovec – Štuparje = 7 km
- Pretkovec – Krapinski Vidovec = 5,6 km



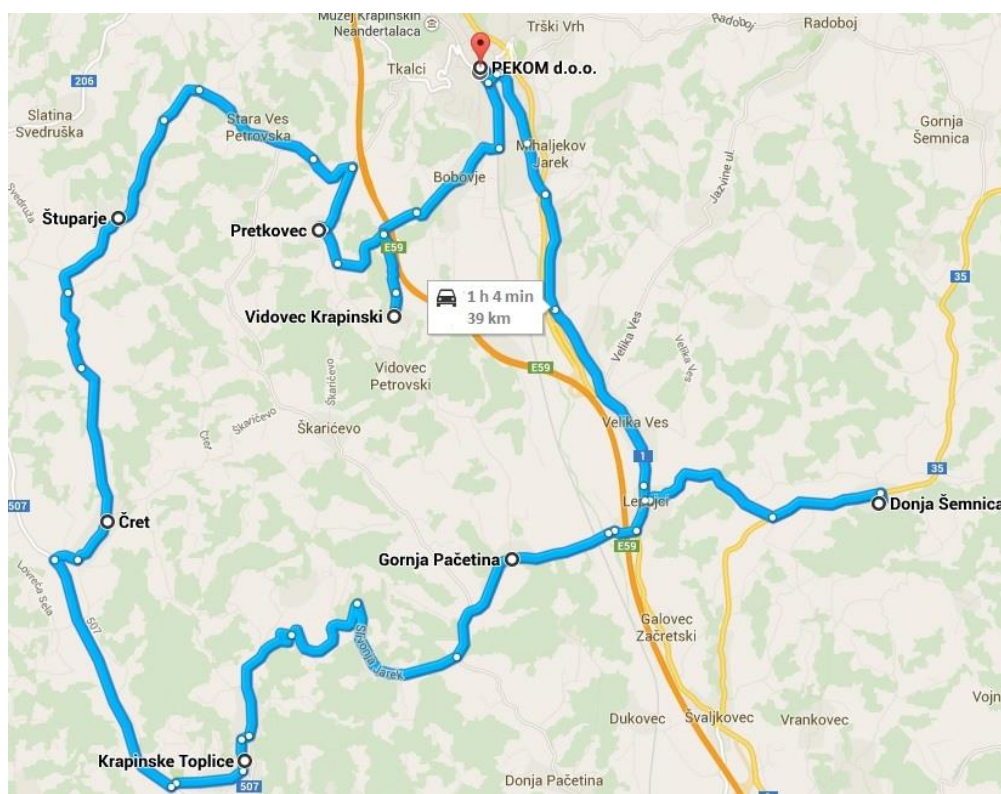
**Nova ruta:** Pekom – Krapinski Vidovec – Štuparje – Kr. Toplice (K1) – Kr. Toplice (K2) – Gornja Pačetina – Donja Šemnica – Pekom

**Kilometri:** 39 km

**Vrijeme:** 1 h 4 min

**Stara ruta:** Pekom – Krapinski Vidovec – Štuparje – Kr. Toplice (K1) – Kr. Toplice (K2) – Gornja Pačetina – Donja Šemnica – Pekom

U ovom drugom dijelu rute dobiven je jednak redoslijed posjećivanja lokacija kao i na početku, te su ovdje kilometri i vrijeme jednaki kao u početnoj ruti.



Slika 81 Krapinske Toplice – drugi dio rute

## 4.2.9 Linija Krapina

Tablica 66 Matrica udaljenosti – Krapina

km	Pekom	Kotka, Poslon	Trg Lj. Gaja (S)	Podgora (S)	Ul. M. Gupca (K)	Doliće (K)	Žutnica (T)	Ul. Lj. Gaja (K)	Ul. Lj. Gaja (Tr)	OŠ August Cesarec	Tkalci (S)	Petrovsko (T)	Preseka (Sviječnik)	Podgaj	Petrovsko (T)	Žutnica	Zagora	Žutnica (T)	Doliće	Strahinje	Ul. M. Gupca (K)	Kotka	Ul. Lj. Gaja (K)
<b>Pekom</b>	-	0,9	0,9	3	1,1	1,7	3,5	0,55	0,6	1,2	1,9	3,9	5,6	6,7	3,9	3,5	5,7	3,5	2	2,4	1,1	0,9	0,55
<b>Kotka, Poslon</b>		-	1,7	1,9	0,17	1	2,8	1,3	1,4	0,5	1,9	3,9	5,6	6,7	3,9	2,8	4,9	2,8	1,3	1,5	0,17	0	1,3
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>			-	2,5	0,7	1,3	3,1	1,1	1,2	0,8	1,5	3,6	5,3	6,4	3,6	3,1	5,3	3,1	1,6	2,1	0,7	0,55	1,1
<b>Podgora (S)</b>				-	1,7	1,2	3	3,3	3,4	1,7	3,8	5,8	7,6	8,7	5,8	3	5,1	3	1,5	0,95	1,7	1,9	3,3
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>					-	0,65	2,5	1,5	1,6	0,65	2	4	5,8	6,9	4	2,5	4,6	2,5	1	1,3	0	0,17	1,5
<b>Doliće (K)</b>						-	1,8	2,1	2,2	0,55	2,7	4,7	6,4	7,5	4,7	1,8	4	1,8	0,3	0,75	0,65	1	2,1
<b>Žutnica (T)</b>							-	3,9	4	2,3	4,4	6,4	8,2	9,3	6,4	0	2,2	0	2,1	2,6	2,5	2,8	3,9
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>								-	0,078	1,2	2,3	4,3	6	7,1	4,3	3,3	5,6	3,3	1,8	2,1	0,8	0,75	0
<b>Ul. Lj. Gaja (Tr)</b>									-	1,1	2,4	4,4	6,1	7,2	4,4	3,2	5,6	3,2	1,7	2	0,75	0,7	0,078
<b>OŠ August Cesarec</b>										-	2,1	4,1	5,9	7	4,1	2,3	4,5	2,3	0,85	1,3	0,65	0,5	1,6
<b>Tkalci (S)</b>											-	2	3,7	4,8	2	4,4	6,6	4,4	2,9	3,4	2	1,9	2,3
<b>Petrovsko (T)</b>												-	1,9	3	0	6,4	8,6	6,4	4,9	5,4	4	3,9	4,3
<b>Preseka</b>													-	1,3	1,9	8,2	10,3	8,2	6,7	7,2	5,8	5,6	6
<b>Podgaj</b>														-	3	9,3	11,4	9,3	7,8	8,3	6,9	6,7	7,1
<b>Petrovsko (T)</b>															-	6,4	8,6	6,4	4,9	5,4	4	3,9	4,3
<b>Žutnica</b>																-	2,2	0	2,1	2,6	2,5	2,8	3,9

<b>Zagora</b>																-	2,2	4,3	4,7	4,6	4,9	6,1
<b>Žutnica (T)</b>																	-	2,1	2,6	2,5	2,8	3,9
<b>Doliće</b>																		-	1,1	1	1,3	2,4
<b>Strahinje</b>																			-	1,3	1,5	2,8
<b>Ul.M. Gupca (K)</b>																				-	0,17	1,5
<b>Kotka</b>																					-	1,3
<b>Ul. LJ. Gaja (K)</b>																						-

U ovoj liniji imamo nekoliko udaljenosti koje nisu jednake u oba smjera jer na jednom dijelu puta postoje jednosmjerne ulice. U matrici udaljenosti one su označene crvenom bojom. Kao i u liniji Krapina jug te udaljenosti ćemo dodatno prikazati u novoj tablici.

**Tablica 67 Matrica udaljenosti 2 - Krapina**

km	Pekom	Kotka, Poslon	Trg Lj. Gaja (S)	Podgora (S)	Ul. M. Gupca (K)	Doliće (K)	Žutnica (T)	Ul. Lj. Gaja (K)	Ul. Lj. Gaja (Tr)	OŠ August Cesarec	Tkalci (S)	Petrovsko (T)	Preseka (Sviječnjak)	Podgaj	Petrovsko (T)	Žutnica	Zagora	Žutnica (T)	Doliće	Strahinje	Ul.M. Gupca (K)	Kotka	Ul. LJ. Gaja (K)
<b>Pekom</b>	-	0,9	0,72	3	1,1	1,7	3,5	0,55	0,6	1,2	1,9	3,9	5,6	6,7	3,9	3,5	5,7	3,5	2	2,4	1,1	0,9	0,55
<b>Kotka, Poslon</b>		-	0,55	1,9	0,17	1	2,8	1,3	1,4	0,5	1,9	3,9	5,6	6,7	3,9	2,8	4,9	2,8	1,3	1,5	0,17	0	1,3
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>			-	3,7	1,9	2,5	4,3	0,4	0,3	2	2,7	4,7	6,4	7,5	4,7	4,3	6,4	4,3	2,8	3,3	1,9	1,7	0,4
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>								-	0,078	1,6	2,3	4,3	6	7,1	4,3	3,9	6,1	3,9	2,4	2,9	1,5	1,3	0
<b>Ul. Lj. Gaja (Tr)</b>									-	1,7	2,4	4,4	6,1	7,2	4,4	4	6,1	4	2,5	3	1,6	1,4	0,078

Tablica 68 Vremenska matrica - Krapina

min	Pekom	Kotka, Poslon	Trg Lj. Gaja (S)	Podgora (S)	Ul. M. Gupca (K)	Doliće (K)	Žutnica (T)	Ul. Lj. Gaja (K)	Ul. Lj. Gaja (Tr)	OŠ August Cesarec	Tkalci (S)	Petrovsko (T)	Preseka (Sviječnjak)	Podgaj	Petrovsko (T)	Žutnica	Zagora	Žutnica (T)	Doliće	Strahinje	ULM. Gupca (K)	Kotka	Ul. Lj. Gaja (K)
Pekom	-	2	4	6	3	3	6	3	3	3	4	7	9	12	7	6	9	6	4	5	3	2	3
Kotka, Poslon		-	4	4	1	2	4	3	3	1	4	7	9	12	7	4	8	4	3	3	1	0	3
Trg Lj. Gaja (S)			-	5	2	2	5	3	3	2	4	6	9	11	6	5	8	5	3	4	2	1	3
Podgora (S)				-	3	2	5	6	7	4	7	10	13	12	10	5	8	5	3	2	3	4	6
Ul. M. Gupca (K)					-	1	4	3	4	1	4	7	10	12	7	4	7	4	2	3	0	1	3
Doliće (K)						-	3	4	4	1	5	8	10	13	8	3	6	3	1	2	1	2	4
Žutnica (T)							-	7	7	4	7	10	13	15	10	0	3	0	4	4	4	4	7
Ul. Lj. Gaja (K)								-	1	4	6	9	11	13	9	7	10	7	5	5	3	3	0
Ul. Lj. Gaja (Tr)									-	3	5	9	11	14	9	7	9	7	5	5	2	2	1
OŠ August Cesarec										-	4	7	10	12	7	4	7	4	2	3	1	1	4
Tkalci (S)											-	3	5	8	3	7	10	7	6	6	4	4	6
Petrovsko (T)												-	5	6	0	11	14	11	9	10	7	7	9
Preseka (Sviječnjak)													-	3	5	12	16	12	11	11	9	9	11
Podgaj														-	6	16	19	16	14	15	12	12	13
Petrovsko (T)															-	11	14	11	9	10	7	7	9
Žutnica																-	3	0	4	4	4	4	7
Zagora																	-	5	8	9	7	8	11
Žutnica (T)																		-	4	4	4	4	7
Doliće																			-	3	2	3	5
Strahinje																				-	3	3	6

Ul.M. Gupca (K)																				-	1	3
Kotka																				-	-	3
Ul. Lj. Gaja (K)																						-

Tablica 69 Matrica ušteda - Krapina

UŠTEDE/km	Pekom	Kotka, Poslon	Trg Lj. Gaja (S)	Podgora (S)	Ul. M. Gupca (K)	Doliće (K)	Žutnica (T)	Ul. Lj. Gaja (K)	Ul. Lj. Gaja (Tr)	OŠ August Cesarec	Tkalci (S)	Petrovsko (T)	Preseka (Sviječnjak)	Podgaj	Petrovsko (T)	Žutnica	Zagora	Žutnica (T)	Doliće	Strahinje	Ul.M. Gupca (K)	Kotka	Ul. Lj. Gaja (K)
Pekom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kotka, Poslon		-	0,1	2	1,83	1,6	1,6	0,15	0,1	1,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,6	1,7	1,6	1,6	1,8	1,83	1,8	0,15
Trg Lj. Gaja (S)			-	1,4	1,3	1,3	1,3	0,35	0,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,25	0,35
Podgora (S)				-	2,4	3,5	3,5	0,25	0,2	2,5	1,1	1,1	1	1	1,1	3,5	3,6	3,5	3,5	4,45	2,4	2	0,25
Ul. M. Gupca (K)					-	2,15	2,1	0,15	0,1	1,65	1	1	0,9	0,9	1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	1,83	0,15
Doliće (K)						-	3,4	0,15	0,1	2,35	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	3,4	3,4	3,4	3,4	3,35	2,15	1,6	0,15
Žutnica (T)							-	0,15	0,1	2,4	1	1	0,9	0,9	1	7	7	7	3,4	3,3	2,1	1,6	0,15
Ul. Lj. Gaja (K)								-	1,072	0,55	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,75	0,65	0,75	0,75	0,85	0,85	0,7	1,1
Ul. Lj. Gaja (Tr)									-	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,7	0,9	0,9	1	0,95	0,8	1,072
OŠ August Cesarec										-	1	1	0,9	0,9	1	2,4	2,4	2,4	2,35	2,3	1,65	1,6	0,15
Tkalci (S)											-	3,8	3,8	3,8	3,8	1	1	1	1	0,9	1	0,9	0,15
Petrovsko (T)												-	7,6	7,6	7,8	1	1	1	1	0,9	1	0,9	0,15
Preseka (Sviječnjak)													-	11	7,6	0,9	1	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,15
Podgaj														-	7,6	0,9	1	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,15

<b>Petrovsko (T)</b>															-	1	1	1	1	0,9	1	0,9	0,15
<b>Žutnica</b>																-	7	7	3,4	3,3	2,1	1,6	0,15
<b>Zagora</b>																	-	7	3,4	3,4	2,2	1,7	0,15
<b>Žutnica (T)</b>																		-	3,4	3,3	2,1	1,6	0,15
<b>Doliće</b>																			-	3,3	2,1	1,6	0,15
<b>Strahinje</b>																				-	2,2	1,8	0,15
<b>Ul.M. Gupca (K)</b>																					-	1,83	0,15
<b>Kotka</b>																						-	0,15
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>																							-

Tablica 70 Vremenska matrica 2 – Krapina

min	Pekom	Kotka, Poslon	Trg Lj. Gaja (S)	Podgora (S)	Ul. M. Gupca (K)	Doliće (K)	Žutnica (T)	Ul. Lj. Gaja (K)	Ul. Lj. Gaja (Tr)	OŠ August Česarec	Tkalci (S)	Petrovsko (T)	Preseka (Sviječnjak)	Podgaj	Petrovsko (T)	Žutnica	Zagora	Žutnica (T)	Doliće	Strahinje	Ul.M. Gupca (K)	Kotka	Ul. Lj. Gaja (K)
<b>Pekom</b>	-	2	3	6	3	3	6	3	3	3	4	7	9	12	7	6	9	6	4	5	3	2	3
<b>Kotka, Poslon</b>		-	1	4	1	2	4	3	3	1	4	7	9	12	7	4	8	4	3	3	1	0	3
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>			-	8	5	5	8	3	1	5	6	9	11	15	9	8	12	8	6	7	5	4	3
<b>Podgora (S)</b>				-	3	2	5	6	7	4	7	10	13	12	10	5	8	5	3	2	3	4	6
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>					-	1	4	3	4	1	4	7	10	12	7	4	7	4	2	3	0	1	3
<b>Doliće (K)</b>						-	3	4	4	1	5	8	10	13	8	3	6	3	1	2	1	2	4
<b>Žutnica (T)</b>							-	7	7	4	7	10	13	15	10	0	3	0	4	4	4	4	7
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>								-	1	4	6	9	11	13	9	6	11	6	5	5	3	3	0
<b>Ul. Lj. Gaja (Tr)</b>									-	4	5	9	11	14	9	6	10	6	5	5	3	3	1

Tablica 71 Matrica ušteda 2 – Krapina

UŠTEDE/km	Pekom	Kotka, Poslon	Trg Lj. Gaja (S)	Podgora (S)	Ul. M. Gupca (K)	Doliće (K)	Žutnica (T)	Ul. Lj. Gaja (K)	Ul. Lj. Gaja (Tr)	OŠ August Cesarec	Tkalci (S)	Petrovsko (T)	Preseka (Sviječnjak)	Podgaj	Petrovsko (T)	Žutnica	Zagora	Žutnica (T)	Doliće	Strahinje	Ul.M. Gupca (K)	Kotka	Ul. Lj. Gaja (K)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Kotka, Poslon</b>		-	1,07	2	1,83	1,6	1,6	0,15	0,1	1,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,6	1,7	1,6	1,6	1,8	1,83	1,8	0,15
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>			-	0,02	-0,08	-0,08	-0,08	0,87	1,02	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,02	-0,08	-0,08	-0,18	-0,08	-0,08	0,87
<b>Podgora (S)</b>				-	2,4	3,5	3,5	0,25	0,2	2,5	1,1	1,1	1	1	1,1	3,5	3,6	3,5	3,5	4,45	2,4	2	0,25
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>					-	2,15	2,1	0,15	0,1	1,65	1	1	0,9	0,9	1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	1,83	0,15
<b>Doliće (K)</b>						-	3,4	0,15	0,1	2,35	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	3,4	3,4	3,4	3,4	3,35	2,15	1,6	0,15
<b>Žutnica (T)</b>							-	0,15	0,1	2,4	1	1	0,9	0,9	1	7	7	7	3,4	3,3	2,1	1,6	0,15
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>								-	1,072	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	1,1
<b>Ul. Lj. Gaja (Tr)</b>									-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0,1	0,1	1,072

**Poredak ušteda:**

- Preseka Petrovska (Sviječnjak) – Petrovsko (T) = 7,6 km
- Petrovsko (T) – Tkalci (S) = 3,8 km
- Doliće (K) – Podgora (S) = 3,5 km
- Podgora (S) – Žutnica (T) = 3,5 km
- Žutnica (T) – OŠ August Cesarec = 2,4 km
- Ul. Matije Gupca (K) – Doliće (K) = 2,15 km
- U. Matije Gupca (K) – Kotka, Poslon = 1,83 km
- Trg Ludevita. Gaja (S) – OŠ August Cesarec = 1,3 km
- Ul. Ljudevita Gaja (K) – Ul. Ljudevita Gaja (T) = 1,072 km
- Ul. Ljudevita Gaja (Tr) – Trg Ludevita. Gaja (S) = 1,02 km
- Kotka, Poslon – Tklaci (S) = 0,9 km

---

**PRODAJA:**

- Podgaj Petrovski – Preseka Petrovaka (Sviječnjak) = 11 km
- Podgaj Petrovski – Petrovsko (T) = 7,6 km
- Žutnica (P) – Zagora = 7 km
- Zagora – Žutnica (T) = 7 km
- Doliće – Žutnica (P) = 3,4 km
- Žutnica (T) – Strahinje = 3,3 km
- Strahinje – Ul. M. Gupca (K) = 2,2 km
- Ul. M. Gupca (K) – Kotka = 1,83 km
- Petrovsko (T) – Doliće (P) = 1 km
- Kotka – Ul. Ljudevita Gaja (K) = 0,15 km

**Nova ruta:** Pekom – Ul. Lj. Gaja (K) – Ul. Lj. Gaja (Tr) – Trg Lj. Gaja (S) – OŠ August Cesarec – Žutnica (T) – Podgora (S) – Doliće (K) – Ul. M. Gupca (K) – Kotka, Poslon – Tkalci (S) – Petrovsko (T) – Preseka Petrovska (Sviječnjak) – Podgaj Petrovski – Petrovsko (T) – Doliće (P) – Žutnica (P) – Zagora – Žutnica (T) – Strahinje – Ul. M. Gupca (K) – Kotka – Ul. Lj. Gaja (K) – Pekom

**Kilometri:**  $0,55 + 0,078 + 0,3 + 0,8 + 2,3 + 3 + 1,2 + 0,65 + 0,17 + 1,9 + 2 + 1,9 + 1,3 + 3 + 4,9 + 2,1 + 2,2 + 2,2 + 2,6 + 1,3 + 0,17 + 1,3 + 0,55 = 36,468$  km

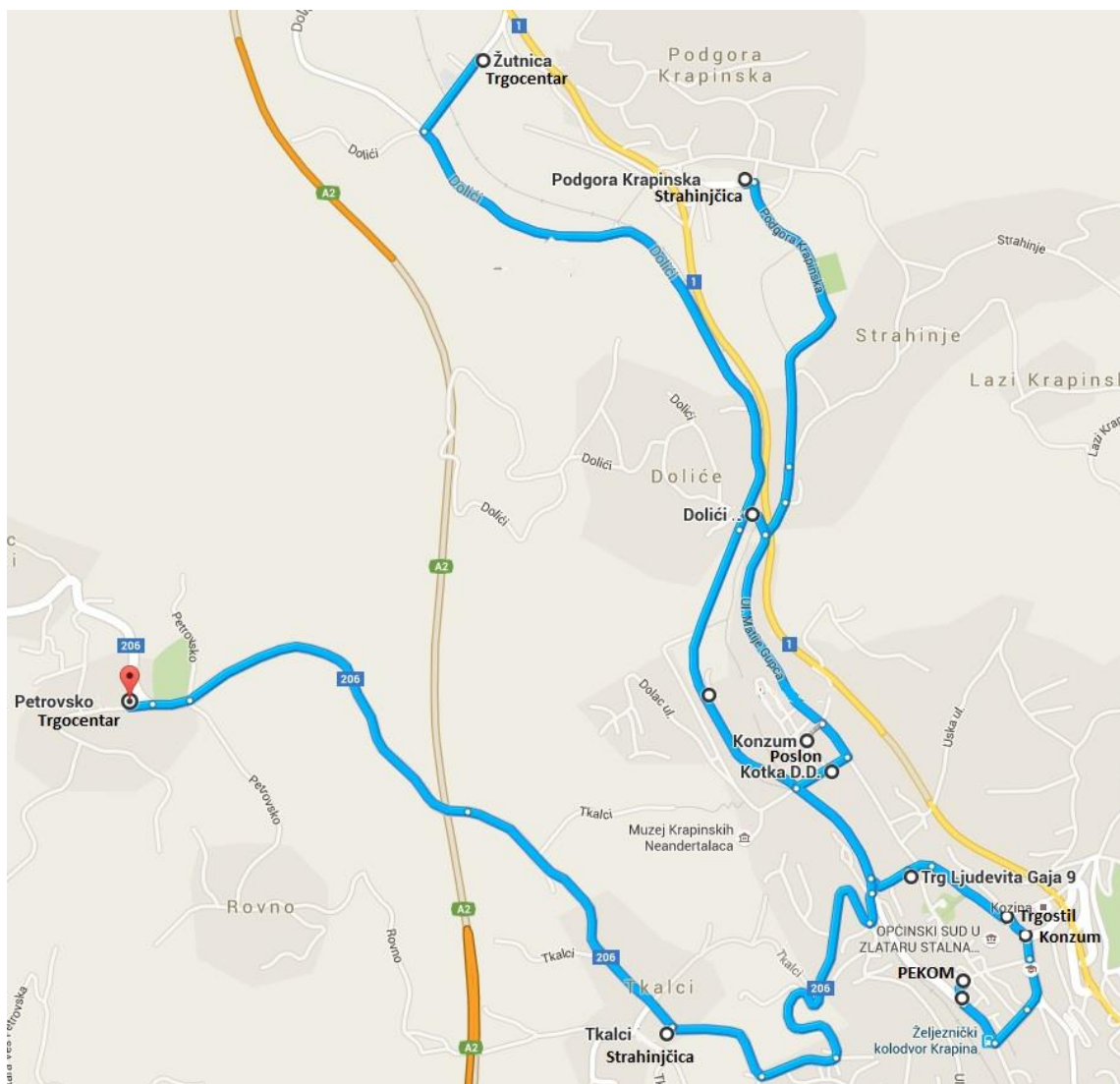


**Vrijeme:**  $3 + 1 + 1 + 2 + 4 + 5 + 2 + 1 + 1 + 4 + 3 + 5 + 3 + 6 + 11 + 4 + 3 + 5 + 4 + 3 + 1 + 3 + 3 = 78 \text{ min} = 1 \text{ h } 18 \text{ min}$

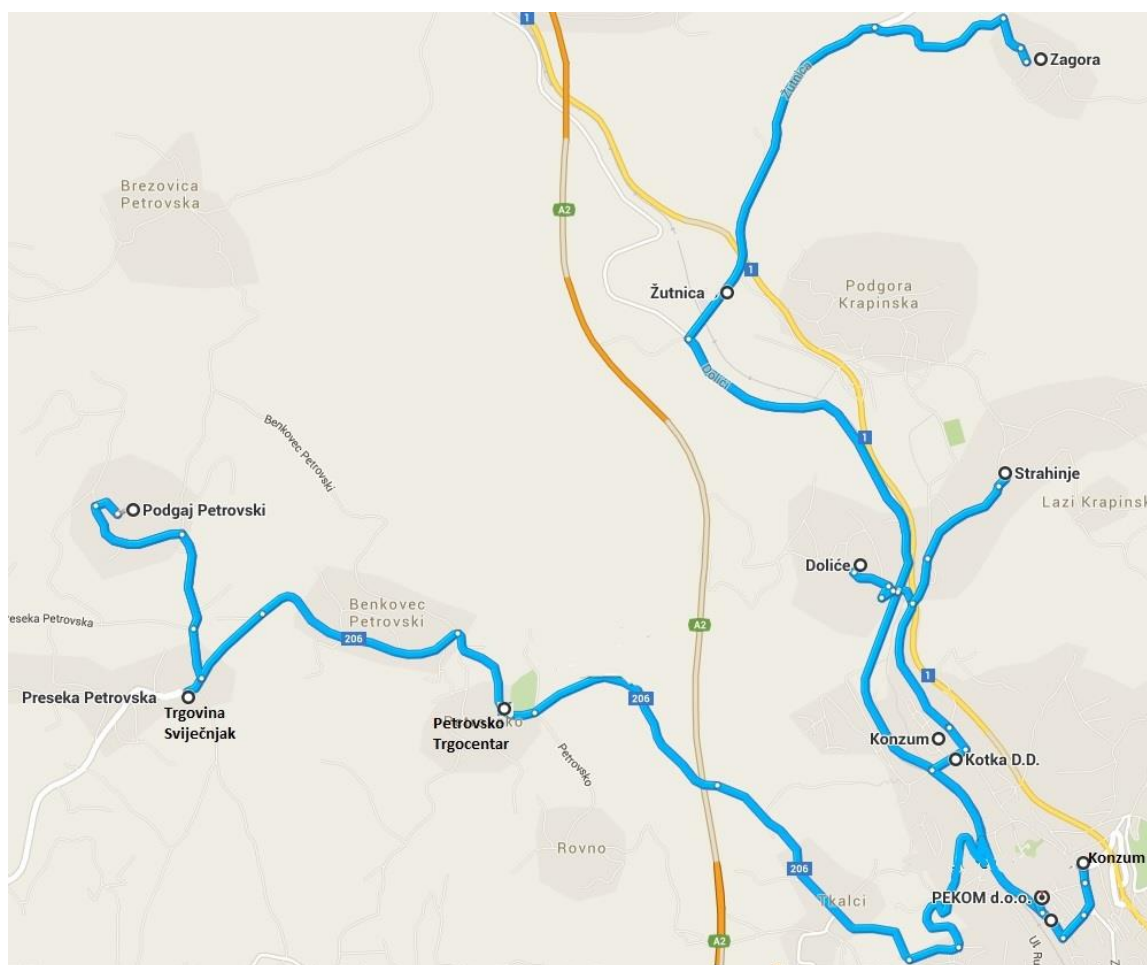
**Stara ruta:** Pekom – Kotka, Poslon – Trg Lj. Gaja (S) – Podgora (S) – Ul. M. Gupca (K) – Doliće (K) – Žutnica (T) – Ul. Lj. Gaja (K) – Ul. Lj. Gaja (Tr) – OŠ August Cesarec – Tkalci (S) – Petrovsko (T) – Preseka Petrovska (Sviječnjak) – Podgaj Petrovski – Petrovsko (T) – Žutnica (P) – Zagora – Žutnica (T) – Doliće (P) – Strahinje – Ul. M. Gupca (K) – Kotka – Ul. Lj. Gaja (K) – Pekom

**Kilometri:** 43 km

**Vrijeme:** 1 h 30 min



Slika 82 Nova ruta – Krapina, dostava



Slika 83 Nova ruta – Krapina, prodaja

## 4.2.10 Linija Sv. Križ Začretje

Tablica 72 Matrica udaljenosti – Sv. Križ Začretje

km	Pekom	Zabok	Oroslavje (S)	Oroslavje (Pr)	Oroslavje (K)	St. Toplice (S)	St. Toplice (K)	Pustodol	Marija Bistrica (K)	Konjščina (K)	Zl. Bistrica (K)	Zl. Bistrica (Pr)	Zlatar (Pr5)	Zlatar (Pr1)	Bedekovčina (K)	Grbovec	Židovinjak	Brezova	Piljkovi Jarki	Švaljkovec	D. Šemnica	Galovec
<b>Pekom</b>	-	16,3	21,5	21,2	21,9	24,7	24,6	26,1	33	35,3	27,8	27	29,9	30	19,4	17,4	17,2	14,4	11,4	8,4	8,6	8,4
<b>Zabok</b>		-	6,6	6,3	7	9,8	9,7	11,2	23,2	25,6	18	17,2	20,1	20,2	9,6	8,8	8,7	4,9	7,1	8,1	11,9	9,5
<b>Oroslavje (S)</b>			-	0,3	0,4	3,2	3,1	4,6	20,8	25,4	17,9	17,1	19,9	20,1	9,4	11	10,9	7,1	10,4	13,3	17,1	14,7
<b>Oroslavje (Pr)</b>				-	0,7	3,5	3,4	4,9	21,1	25,1	17,5	16,8	19,6	19,7	9,1	10,9	10,6	6,8	10	13	16,8	14,4
<b>Oroslavje (K)</b>					-	2,8	2,7	4,2	20,4	25,8	18,3	17,5	20,3	20,5	9,8	11,6	11,3	7,5	10,8	13,7	17,5	15,1
<b>St. Toplice (S)</b>						-	0,4	1,9	18,1	27,1	21	20,3	23,1	23,2	12,6	14,4	14	10,3	13,5	16,5	20,3	17,9
<b>St. Toplice (K)</b>							-	1,5	17,6	26,7	21	20,2	23	23,2	12,5	14,3	14	10,2	13,4	16,4	20,2	17,8
<b>Pustodol</b>								-	16,5	25,6	20,6	21,5	24,5	24,7	14	15,8	15,5	11,7	14,9	17,9	21,7	19,3
<b>Marija Bistrica (K)</b>									-	9,1	5,2	6,1	10,6	10,8	13,6	17	18,6	22,2	21,9	24,8	28,6	26,2
<b>Konjščina (K)</b>										-	9,2	8,4	13	13,2	16	19,4	21	24,5	24,2	27,1	31	28,6
<b>Zl. Bistrica (K)</b>											-	0,9	5,4	5,6	8,4	11,8	13,4	17	16,7	19,6	23,4	21
<b>Zl. Bistrica (Pr)</b>												-	4,5	4,7	7,7	11,1	12,7	16,2	15,9	18,8	22,6	20,2
<b>Zlatar (Pr5)</b>													-	0,19	10,5	13,9	15,5	19	18,7	21,6	25,5	23,1
<b>Zlatar (Pr1)</b>														-	10,7	14,1	15,7	19,3	18,9	21,9	25,7	23,3
<b>Bedekovčina (K)</b>															-	3,4	5	8,6	8,2	11,2	15	12,6
<b>Grbovec</b>																-	2,6	6,6	6,2	9,2	13	10,6
<b>Židovinjak</b>																	-	6,4	6,1	9	12,9	10,5
<b>Brezova</b>																		-	3,4	6,2	10	7,6

<b>Piljkovi Jarki</b>																			-	3,2	7	4,6
<b>Švaljkovec</b>																			-	3,8	1,4	
<b>D. Šemnica</b>																				-	2,4	
<b>Galovec</b>																					-	

Tablica 73 Vremenska matrica – Sv. Križ Začretje

min	Pekom	Zabok	Oroslavje (S)	Oroslavje (Pr)	Oroslavje (K)	St. Toplice (S)	St. Toplice (K)	Pustodol	Marija Bistrica (K)	Konjščina (K)	Zl. Bistrica (K)	Zl. Bistrica (Pr)	Zlatar (Pr5)	Zlatar (Pr1)	Bedekovčina (K)	Grbovec	Židovinjak	Brezova	Piljkovi Jarki	Švaljkovec	D. Šemnica	Galovec
<b>Pekom</b>	-	21	28	27	29	33	33	35	42	45	37	35	39	40	26	26	24	19	16	12	14	14
<b>Zabok</b>		-	9	9	10	15	14	17	29	31	23	22	25	26	13	17	15	7	10	11	15	12
<b>Oroslavje (S)</b>			-	1	1	5	5	7	29	30	22	21	25	26	12	19	18	9	13	17	21	18
<b>Oroslavje (Pr)</b>				-	1	6	5	8	30	30	22	21	24	25	12	16	17	9	13	16	21	18
<b>Oroslavje (K)</b>					-	5	4	7	29	31	23	22	26	27	13	18	19	10	14	18	22	19
<b>St. Toplice (S)</b>						-	1	3	25	38	27	26	30	31	17	22	23	14	18	22	26	23
<b>St. Toplice (K)</b>							-	2	24	37	27	26	30	30	17	22	23	14	18	22	26	23
<b>Pustodol</b>								-	23	36	29	31	33	34	20	25	26	18	22	25	30	27
<b>Marija Bistrica (K)</b>									-	13	6	8	14	14	16	23	24	27	26	30	34	32
<b>Konjščina (K)</b>										-	11	10	16	16	19	26	26	29	29	32	37	34
<b>Zl. Bistrica (K)</b>											-	2	8	8	10	17	18	21	21	24	28	26
<b>Zl. Bistrica (Pr)</b>												-	6	7	9	16	16	20	19	23	27	25
<b>Zlatar (Pr5)</b>													-	1	12	19	20	23	23	26	31	28
<b>Zlatar (Pr1)</b>														-	15	22	22	25	25	29	33	30

<b>Bedekovčina (K)</b>																-	7	7	11	10	14	18	16
<b>Grbovec</b>																	-	7	11	10	14	18	16
<b>Židovinjak</b>																		-	10	9	12	17	14
<b>Brezova</b>																			-	4	8	12	9
<b>Piljkovi Jarki</b>																				-	5	9	6
<b>Švaljkovec</b>																					-	5	2
<b>D. Šemnica</b>																						-	3
<b>Galovec</b>																							-

Tablica 74 Matrica ušteda – Sv. Križ Začretje

<b>UŠTEDE/km</b>	<b>Pekom</b>	<b>Zabok</b>	<b>Oroslavje (S)</b>	<b>Oroslavje (Pr)</b>	<b>Oroslavje (K)</b>	<b>St. Toplice (S)</b>	<b>St. Toplice (K)</b>	<b>Pustodol</b>	<b>Marija Bistrica (K)</b>	<b>Konjščina (K)</b>	<b>Zl. Bistrica (K)</b>	<b>Zl. Bistrica (Pr)</b>	<b>Zlatar (Pr5)</b>	<b>Zlatar (Pr1)</b>	<b>Bedekovčina (K)</b>	<b>Grbovec</b>	<b>Židovinjak</b>	<b>Brezova</b>	<b>Piljkovi Jarki</b>	<b>Švaljkovec</b>	<b>D. Šemnica</b>	<b>Galovec</b>
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zabok</b>		-	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	26,1	26	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	24,9	24,8	25,8	20,6	16,6	13	15,2
<b>Oroslavje (S)</b>			-	42,4	43	43	43	43	33,7	31,4	31,4	31,4	31,5	31,4	31,5	27,9	27,8	28,8	22,5	16,6	13	15,2
<b>Oroslavje (Pr)</b>				-	42,4	42,4	42,4	42,4	33,1	31,4	31,5	31,4	31,5	31,5	31,5	27,7	27,8	28,8	22,6	16,6	13	15,2
<b>Oroslavje (K)</b>					-	43,8	43,8	43,8	34,5	31,4	31,4	31,4	31,5	31,4	31,5	27,7	27,8	28,8	22,5	16,6	13	15,2
<b>St. Toplice (S)</b>						-	48,9	48,9	39,6	32,9	31,5	31,4	31,5	31,5	31,5	27,7	27,9	28,8	22,6	16,6	13	15,2
<b>St. Toplice (K)</b>							-	49,2	40	33,2	31,4	31,4	31,5	31,4	31,5	27,7	27,8	28,8	22,6	16,6	13	15,2
<b>Pustodol</b>								-	42,6	35,8	33,3	31,6	31,5	31,4	31,5	27,7	27,8	28,8	22,6	16,6	13	15,2
<b>Marija Bistrica (K)</b>									-	59,2	55,6	53,9	52,3	52,2	38,8	33,4	31,6	25,2	22,5	16,6	13	15,2
<b>Konjščina (K)</b>										-	53,9	53,9	52,2	52,1	38,7	33,3	31,5	25,2	22,5	16,6	12,9	15,1
<b>Zl. Bistrica (K)</b>											-	53,9	52,3	52,2	38,8	33,4	31,6	25,2	22,5	16,6	13	15,2

<b>Zl. Bistrica (Pr)</b>													-	52,4	52,3	38,7	33,3	31,5	25,2	22,5	16,6	13	15,2
<b>Zlatar (Pr5)</b>														-	59,71	38,8	33,4	31,6	25,3	22,6	16,7	13	15,2
<b>Zlatar (Pr1)</b>															-	38,7	33,3	31,5	25,1	22,5	16,5	12,9	15,1
<b>Bedekovčina (K)</b>																-	33,4	31,6	25,2	22,6	16,6	13	15,2
<b>Grbovec</b>																	-	32	25,2	22,6	16,6	13	15,2
<b>Židovinjak</b>																		-	25,2	22,5	16,6	12,9	15,1
<b>Brezova</b>																			-	22,4	16,6	13	15,2
<b>Piljkovi Jarki</b>																				-	16,6	13	15,2
<b>Švaljkovec</b>																					-	13,2	15,4
<b>D. Šemnica</b>																						-	14,6
<b>Galovec</b>																							-

**Poredak ušteda:**

- Konjščina (K) – Marija Bistrica (K) = 59,2 km
- Zlatar (Pr5) – Zlatar (Pr1) = 59,71 km
- Marija Bistrica (K) – Zlatar Bistrica (K) = 55,6 km
- Zlatar Bistrica (K) – Zlatar Bistrica (Pr) = 53,9 km
- Zlatar Bistrica (Pr) – Zlatar (Pr5) = 52,4 km
- Pustodol – Stubičke Toplice (K) = 49,2 km
- Stubičke Toplice (S) – Stubičke Toplice (K) = 48,9 km
- Oroslavje (K) – Stubičke Toplice (S) = 43,8 km
- Oroslavje (K) – Oroslavje (S) = 43 km

- Oroslavje (K) – Oroslavje (S) = 43 km
- Oroslavje (S) – Oroslavje (Pr) = 42,4 km
- Bedekovčina (K) – Zlatar (Pr1) = 38,7 km
- Pustodol – Konjščina (K) = 35,8 km
- Zabok – Oroslavje (Pr) = 31,2 km

---

**PRODAJA:**

- Bedekovčina (K) – Grbovec = 33,4 km
- Grbovec – Židovinjak = 32 km
- Židovinjak – Brezova = 25,2 km
- Brezova – Piljkovi Jarki = 22,4 km
- Piljkovi Jarki – Švaljkovec = 16,6 km
- Švaljkovec – Galovec Začretski = 15,4 km
- Galovec Začretski – Donja Šemnica = 14,6 km

**Nova ruta:** Pekom – Zabok – Oroslavje (Pr) – Oroslavje (S) – Oroslavje (K) – Stubičke Toplice (S) – Stubičke Toplice (K) – Pustodol – Konjščina (K) – Marija Bistrica (K) – Zlatar Bistrica (K) – Zlatar Bistrica (Pr) – Zlatar (Pr5) – Zlatar (Pr1) – Bedekovčina (K) – Grbovec – Židovinjak – Brezova – Piljkovi Jarki – Švaljkovec – Galovec – Donja Šemnica – Pekom

**Kilometri:**  $16,3 + 6,3 + 0,3 + 0,4 + 2,8 + 0,4 + 1,5 + 25,6 + 9,1 + 5,2 + 0,9 + 4,5 + 0,19 + 10,7 + 3,4 + 2,6 + 6,4 + 3,4 + 3,2 + 1,4 + 2,4 + 8,6 = 115,59$  km

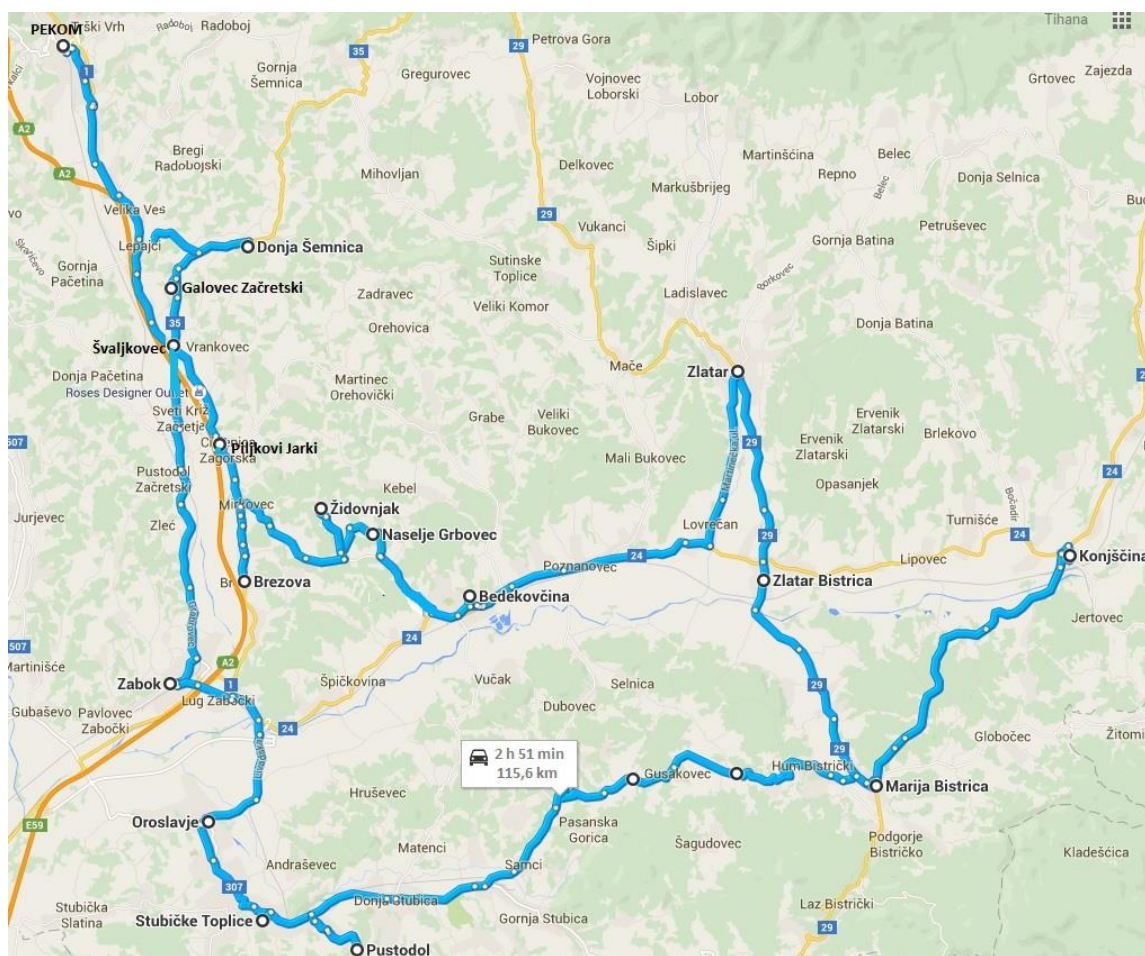
**Vrijeme:**  $21 + 9 + 1 + 1 + 5 + 1 + 2 + 36 + 13 + 6 + 2 + 6 + 1 + 15 + 7 + 7 + 10 + 4 + 5 + 2 + 3 + 14 = 171$  min = 2 h 51 min

**Stara ruta:** Pekom – Zabok – Oroslavje (S) – Oroslavje (Pr) – Oroslavje (K) – Stubičke Toplice (S) – Stubičke Toplice (K) – Pustodol – Marija Bistrica (K) – Konjščina (K) – Zlatar Bistrica (K) – Zlatar Bistrica (Pr) – Zlatar (Pr5) – Zlatar (Pr1) – Bedekovčina (K) – Grbovec – Židovinjak – Brezova – Piljkovi Jarki – Švaljkovec – Donja Šemnica – Galovec – Pekom

**Kilometri:** 114,7 km

**Vrijeme:** 2 h 42 min





Slika 84 Nova ruta – Sv. Križ Začretje



## 4.2.11 Linija Desinić

Tablica 75 Matrica udaljenosti - Desinić

km	Pekom	Pregrada (Kiosk)	Desinić (K)	Desinić (S)	Svetojurski Vrh	Pregrada (Hohnjec)	G. Svedružica	Benkovo	Štuparje	Rovno	Petrovsko	D. Svedružica
<b>Pekom</b>	-	15,8	23,5	22,5	11	14,1	9,3	9,8	7,2	3,5	3,9	9,5
<b>Pregrada (Kiosk)</b>		-	9,2	8,3	5,9	1,9	8,2	6,6	7,8	12,8	12,1	7,1
<b>Desinić (K)</b>			-	0,95	14,3	10,4	16,7	15,1	16,3	21,3	20,5	15,7
<b>Desinić (S)</b>				-	13,4	9,4	15,7	14,1	15,3	20,3	19,5	14,7
<b>Svetojurski Vrh</b>					-	4	5	2,6	3,8	8,4	7,5	3,2
<b>Pregrada (Hohnjec)</b>						-	6,3	4,7	5,9	10,5	9,5	5,2
<b>G. Svedružica</b>							-	3,8	3,9	6,4	5,7	1,9
<b>Benkovo</b>								-	2,6	7,2	6,3	2
<b>Štuparje</b>									-	4,6	3,7	2
<b>Rovno</b>										-	1	6,4
<b>Petrovsko</b>											-	5,7
<b>D. Svedružica</b>												-

Tablica 76 Vremenska matrica - Desinić

min	Pekom	Pregrada (Kiosk)	Desinić (K)	Desinić (S)	Svetojurski Vrh	Pregrada (Hohnjec)	G. Svedružica	Benkovo	Štuparje	Rovno	Petrovsko	D. Svedružica
<b>Pekom</b>	-	24	36	34	20	22	15	16	12	7	7	15
<b>Pregrada (Kiosk)</b>		-	14	13	9	4	12	10	13	18	17	11
<b>Desinić (K)</b>			-	1	21	16	24	22	24	30	29	23
<b>Desinić (S)</b>				-	19	14	23	21	23	29	27	22
<b>Svetojurski Vrh</b>					-	6	11	6	9	17	15	7
<b>Pregrada (Hohnjec)</b>						-	9	7	9	18	15	7
<b>G. Svedružica</b>							-	8	8	11	10	4
<b>Benkovo</b>								-	5	14	11	4
<b>Štuparje</b>									-	9	6	3
<b>Rovno</b>										-	3	11
<b>Petrovsko</b>											-	9
<b>D. Svedružica</b>												-

Tablica 77 Matrica ušteda - Desinić

UŠTEDE/km	Pekom	Pregrada (Kiosk)	Desinić (K)	Desinić (S)	Svetojurski Vrh	Pregrada (Hohnjec)	G. Svedruža	Benkovo	Štuparje	Rovno	Petrovsko	D. Svedruža
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Pregrada (Kiosk)</b>		-	30,1	30	20,9	28	16,9	19	15,2	6,5	7,6	18,2
<b>Desinić (K)</b>			-	45,05	20,2	27,2	16,1	18,2	14,4	5,7	6,9	17,3
<b>Desinić (S)</b>				-	20,1	27,2	16,1	18,2	14,4	5,7	6,9	17,3
<b>Svetojurski Vrh</b>					-	21,1	15,3	18,2	14,4	6,1	7,4	17,3
<b>Pregrada (Hohnjec)</b>						-	17,1	19,2	15,4	7,1	8,5	18,4
<b>G. Svedruža</b>							-	15,3	12,6	6,4	7,5	16,9
<b>Benkovo</b>								-	14,4	6,1	7,4	17,3
<b>Štuparje</b>									-	6,1	7,4	14,7
<b>Rovno</b>										-	6,4	6,6
<b>Petrovsko</b>											-	7,7
<b>D. Svedruža</b>												-

**Poredak ušteda:**

- Desinić (K) – Desinić () = 45,05 km
- Desinić (K) – Pregrada (Kiosk) = 30,1 km
- Pregrada (Kiosk) – Pregrada (Hohnjec) = 28 km
- Svetojurski vrh – Pregrada (Hohnjec) = 21,1 km
- Svetojurski Vrh – Benkovo = 18,2 km
- Donja Svedruža – Benkovo = 17,3 km
- Gornja Svedruža – Donja Svedruža = 16,9 km
- Gornja Svedruža – Štuparje = 12,6 km
- Štuparje – Petrovsko = 7,4 km
- Petrovsko – Rovno = 6,4 km

**Nova ruta:** Pekom – Desinić () – Desinić (K) – Pregrada (Kiosk) – Pregrada (Hohnjec) – Svetojurski Vrh – Benkovo – Donja Svedruža – Gornja Svedruža – Štuparje – Petrovsko – Rovno – Pekom

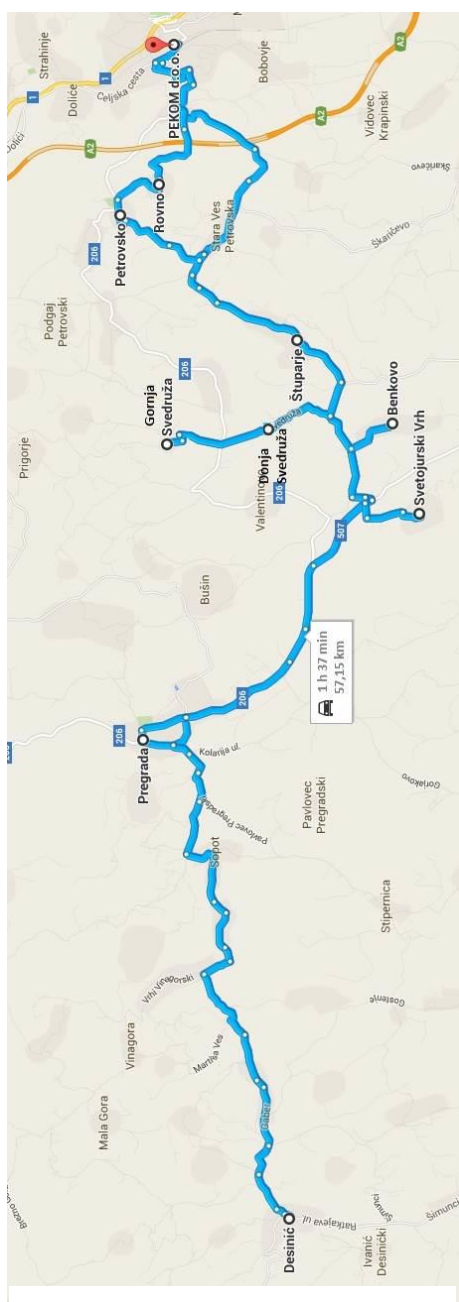
**Kilometri:**  $22,5 + 0,95 + 9,2 + 1,9 + 4 + 2,6 + 2 + 1,9 + 3,9 + 3,7 + 1 + 3,5 = 57,15$  km

**Vrijeme:**  $34 + 1 + 14 + 4 + 6 + 6 + 4 + 4 + 8 + 6 + 3 + 7 = 97$  min = 1 h 37 min

**Stara ruta:** Pekom – Pregrada (Kiosk) – Desinić (K) – Desinić (S) – Svetojurski Vrh – Pregrada (Hohnjec) – Gornja Svedruža – Benkovo – Donja Svedruža – Štuparje – Rovno – Petrovsko – Pekom

**Kilometri:** 68,95 km

**Vrijeme:** 1 h 55 min



**Slika 85 Nova ruta - Desinić**

## 4.2.12 Krapina prodaja

Tablica 78 Matrica udaljenosti – Krapina prodaja

km	Pekom	Lepajci (T)	OŠ Lepajci	G. Pačetina (S)	Pristava Krapinska	Krapinski Vidovec	Šabac	Tklaci	Mihaljekov Jarek	Popovci	Velika Ves	Pekel	Pustodol Začretnski
<b>Pekom</b>	-	6,2	5,6	6,2	4,1	3,5	1,9	1,5	1,6	3,8	4,6	6,2	11,7
<b>Lepajci (T)</b>		-	0,5	0,19	3,2	4,7	6,7	7,6	5	2,7	1,5	1,3	6,1
<b>OŠ Lepajci</b>			-	0,6	3,6	5,1	6,2	7,1	4,5	2,2	1	0,7	6
<b>G. Pačetina (S)</b>				-	3	4,5	6,8	7,7	5,1	2,7	1,6	1,3	6,2
<b>Pristava Krapinska</b>					-	3	3,7	3,8	2,9	1,6	2,5	3,9	9,5
<b>Krapinski Vidovec</b>						-	3,5	4,2	4,1	4,3	5,2	5,8	10,7
<b>Šabac</b>							-	1,3	2,8	4,9	5,8	7,2	12,8
<b>Tklaci</b>								-	3	5,2	6,1	7,5	13,1
<b>Mihaljekov Jarek</b>									-	2,7	3,5	4,9	10,5
<b>Popovci</b>										-	1,3	2,6	8,2
<b>Velika Ves</b>											-	1,5	7
<b>Pekel</b>												-	6,8
<b>Pustodol Začretnski</b>													-

Tablica 79 vremenska matrica – Krapina prodaja

min	Pekom	Lepajci (T)	OŠ Lepajci	G. Pačetina (S)	Pristava Krapinska	Krapinski Vidovec	Šabac	Tklaci	Mihaljekov Jarek	Popovci	Velika Ves	Pekel	Pustodol Začretnski
<b>Pekom</b>	-	10	9	10	8	8	5	4	4	7	8	10	17
<b>Lepajci (T)</b>		-	2	1	6	8	12	13	7	4	3	3	9
<b>OŠ Lepajci</b>			-	2	6	8	10	12	6	3	1	1	8
<b>G. Pačetina (S)</b>				-	5	7	11	13	7	4	2	3	9
<b>Pristava Krapinska</b>					-	6	7	9	5	4	4	6	13
<b>Krapinski Vidovec</b>						-	7	8	8	8	9	10	16
<b>Šabac</b>							-	4	7	9	10	12	19
<b>Tklaci</b>								-	8	10	10	13	20
<b>Mihaljekov Jarek</b>									-	5	5	7	14
<b>Popovci</b>										-	2	4	11
<b>Velika Ves</b>											-	2	9
<b>Pekel</b>												-	10
<b>Pustodol Začretnski</b>													-

Tablica 80 Matrica ušteda – Krapina prodaja

UŠTEDE/km	Pekom	Lepajci (T)	OŠ Lepajci	G. Pačetina (S)	Pristava Krapinska	Krapinski Vidovec	Šabac	Tklaci	Mihaljekov Jarek	Popovci	Velika Ves	Pekel	Pustodol Začreški
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Lepajci (T)</b>		-	11,3	12,21	7,1	5	1,4	0,1	2,8	7,3	9,3	11,1	11,8
<b>OŠ Lepajci</b>			-	11,2	6,1	4	1,3	0	2,7	7,2	9,2	11,1	11,3
<b>G. Pačetina (S)</b>				-	7,3	5,2	1,3	0	2,7	7,3	9,2	11,1	11,7
<b>Pristava Krapinska</b>					-	4,6	2,3	1,8	2,8	6,3	6,2	6,4	6,3
<b>Krapinski Vidovec</b>						-	1,9	0,8	1	3	2,9	3,9	4,5
<b>Šabac</b>							-	2,1	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8
<b>Tklaci</b>								-	0,1	0,1	0	0,2	0,1
<b>Mihaljekov Jarek</b>									-	2,7	2,7	2,9	2,8
<b>Popovci</b>										-	7,1	7,4	7,3
<b>Velika Ves</b>											-	9,3	9,3
<b>Pekel</b>												-	11,1
<b>Pustodol Začreški</b>													-

**Poredak ušteda:**

- Lepajci (T) – Gornja Pačetina (S) = 12,21 km
- Lepajci (T) – OŠ Lepajci = 11,3 km

**PRODAJA:**

- Pustodol Začreški – Gornja Pačetina (S) = 11,7 km
- Pustodol Začreški – Pekel = 11,1 km
- Velika Ves – Pekel = 9,3 km
- Velika Ves – Popovci = 7,1 km
- Pristava Krapinska – Popovci = 6,3 km
- Pristava Krapinska – Vidovec Krapinski = 4,6 km
- Šabac – Tkalci = 2,1 km
- Vidovec Krapinski – Šabac = 1,9 km
- Mihaljekov Jarek – Tkalci = 0,1 km

**Nova ruta:** Pekom – Oš Lepajci – Lepajci (T) – Gornja Pačetina (S) – Pustodol Začretski – Pekel – Velika Ves – Popovci – Pristava Krapinska – Vidovec Krapinski – Šabac – Tkalci – Mihaljekov Jarek – Pekom

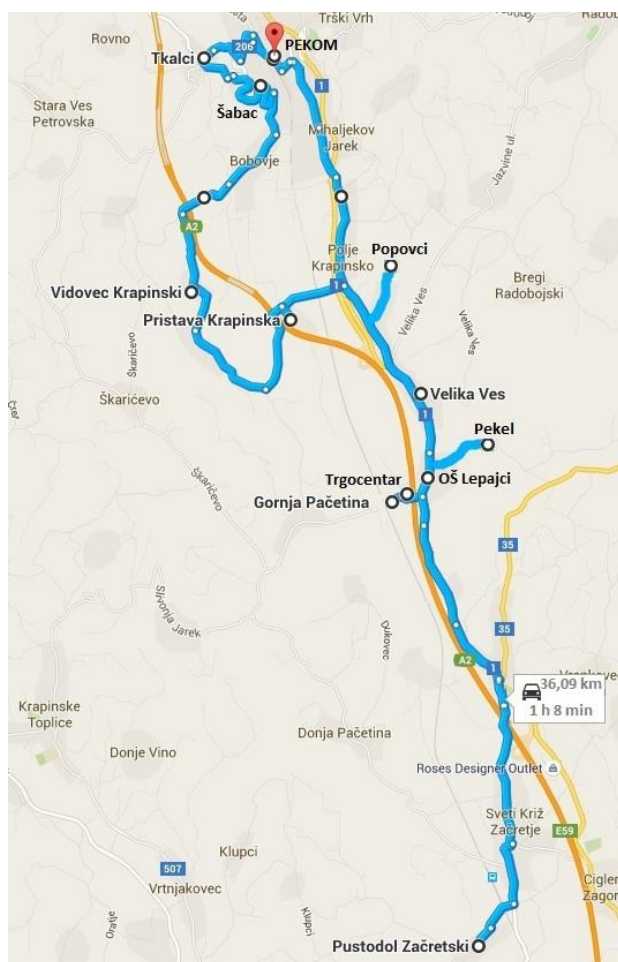
**Kilometri:**  $5,6 + 0,5 + 0,19 + 6,2 + 6,8 + 1,5 + 1,3 + 1,6 + 3 + 3,5 + 1,3 + 3 + 1,6 = 36,09$  km

**Vrijeme:**  $9 + 2 + 1 + 9 + 10 + 2 + 2 + 4 + 6 + 7 + 4 + 8 + 4 = 68$  min = 1 h 8 min

**Stara ruta:** Pekom – Lepajci (T) – Oš Lepajci – Gornja Pačetina (S) – Pristava Krapinska – Vidovec Krapinski – Šabac – Tkalci – Mihaljekov Jarek – Popovci – Velika Ves – Pekel – Pustodol Začretski – Pekom

**Kilometri:** 45,1 km

**Vrijeme:** 1 h 21 min



Slika 86 Nova ruta – Krapina prodaja

### 4.2.13 Linije nedjeljom

#### 4.2.13.1 Linija Putkovec, Sv. Križ Začretje

Tablica 81 Matrica udaljenosti – Putkovec, Sv. Križ Začretje

km	Pekom	Mala Erpenja	Dubrovčan (S,K)	Klanjec (K)	Veliko Trgovišće (K)	Oroslavje (K)	Oroslavje (S)	Oroslavje (Pr)	St. Toplice (S)	St. Toplice (K)	Marija Bistrica (K)	Konjščina (K)	Zl. Bistrica (K)	Zl. Bistrica (P)	Zlatar (Pr5)	Bedekovčina (K)	Zlatar (Pr1)
<b>Pekom</b>	-	13,6	20	26,1	24	21,9	21,5	21,2	24,7	24,6	33	35,3	27,8	27	30	19,4	29,9
<b>Mala Erpenja</b>		-	7,8	13,9	15,2	19,8	19,7	20	22,3	22,2	39,9	42,8	35,3	34,5	37,5	26,8	37,3
<b>Dubrovčan (S,K)</b>			-	6,6	10,6	15,3	15,1	15,4	17,8	17,7	35,3	38,3	30,7	30	33	22,3	32,8
<b>Klanjec (K)</b>				-	16,7	21,4	21,2	21,5	23,9	23,8	41,5	44,4	36,9	36,1	39,1	28,4	38,9
<b>Veliko Trgovišće (K)</b>					-	7,6	7,4	7,7	9,5	9,9	27,6	31,1	23,6	22,8	25,8	15,1	25,6
<b>Oroslavje (K)</b>						-	0,4	0,7	2,8	2,7	20,4	25,8	18,3	17,5	20,5	9,8	20,3
<b>Oroslavje (S)</b>							-	0,3	3,2	3,1	20,8	25,4	17,9	17,1	20,1	9,4	23,1
<b>Oroslavje (Pr)</b>								-	3,5	3,4	21,1	25,1	17,5	16,8	19,7	9,1	19,6
<b>Stubičke Toplice (S)</b>									-	0,4	18,1	27,1	21	20,3	23,2	12,6	23,1
<b>Stubičke Toplice (K)</b>										-	17,6	26,7	21	20,2	23,2	12,5	23
<b>Marija Bistrica (K)</b>											-	9,1	5,2	6,1	10,8	13,6	10,6
<b>Konjščina (K)</b>												-	9,2	8,4	13,2	16	13
<b>Zlatar Bistrica (K)</b>													-	0,9	5,6	8,4	5,4

<b>Zlatar Bistrica (P)</b>														-	4,7	7,7	4,5
<b>Zlatar (Pr5)</b>															-	10,8	0,19
<b>Bedekovčina (K)</b>																-	10,5
<b>Zlatar (Pr1)</b>																	-

Tablica 82 Vremenska matrica – Putkovec, Sv. Križ Začretje

min	Pekom	Mala Erpenja	Dubrovčan (S,K)	Klanjec (K)	Veliko Trgovišće (K)	Oroslavje (K)	Oroslavje (S)	Oroslavje (Pr)	St. Toplice (S)	St. Toplice (K)	Marija Bistrica (K)	Konjščina (K)	Zl. Bistrica (K)	Zl. Bistrica (P)	Zlatar (Pr5)	Bedekovčina (K)	Zlatar (Pr1)
<b>Pekom</b>	-	27	33	41	31	29	28	28	33	33	42	45	37	35	40	26	39
<b>Mala Erpenja</b>		-	12	20	21	25	24	25	28	28	52	52	43	42	46	33	45
<b>Dubrovčan (S,K)</b>			-	10	13	17	16	17	20	20	44	44	35	34	38	25	37
<b>Klanjec (K)</b>				-	20	24	23	24	27	27	52	51	43	42	46	32	44
<b>Veliko Trgovišće (K)</b>					-	11	10	11	12	13	38	39	30	29	33	20	32
<b>Oroslavje (K)</b>						-	1	1	5	4	29	31	23	22	27	13	26
<b>Oroslavje (S)</b>							-	1	5	5	29	30	22	21	26	12	25
<b>Oroslavje (Pr)</b>								-	6	5	30	30	22	21	25	12	24
<b>Stubičke Toplice (S)</b>									-	1	25	38	27	26	31	17	30
<b>Stubičke Toplice (K)</b>										-	24	37	27	26	30	17	30
<b>Marija Bistrica (K)</b>											-	13	6	8	14	16	14
<b>Konjščina (K)</b>												-	11	10	16	19	16
<b>Zlatar Bistrica (K)</b>													-	2	8	10	8



<b>Zlatar Bistrica (P)</b>														-	7	9	6
<b>Zlatar (Pr5)</b>															-	15	1
<b>Bedekovčina (K)</b>																-	12

Tablica 83 Matrica ušteda – Putkovec, Sv. Križ Začretje

<b>UŠTEDE/km</b>	<b>Pekom</b>	<b>Mala Erpenja</b>	<b>Dubrovčan (S,K)</b>	<b>Klanjec (K)</b>	<b>Veliko Trgovišće (K)</b>	<b>Oroslavje (K)</b>	<b>Oroslavje (S)</b>	<b>Oroslavje (Pr)</b>	<b>St. Toplice (S)</b>	<b>St. Toplice (K)</b>	<b>Marija Bistrica (K)</b>	<b>Konjščina (K)</b>	<b>Zl. Bistrica (K)</b>	<b>Zl. Bistrica (P)</b>	<b>Zlatar (Pr5)</b>	<b>Bedekovčina (K)</b>	<b>Zlatar (Pr1)</b>
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mala Erpenja</b>		-	25,8	25,8	22,4	15,7	15,4	14,8	16	16	6,7	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2
<b>Dubrovčan (S,K)</b>			-	39,5	33,4	26,6	26,4	25,8	26,9	26,9	17,7	17	17,1	17	17	17,1	17,1
<b>Klanjec (K)</b>				-	33,4	26,6	26,4	25,8	26,9	26,9	17,6	17	17	17	17	17,1	17,1
<b>Veliko Trgovišće (K)</b>					-	38,3	38,1	37,5	39,2	38,7	29,4	28,2	28,2	28,2	28,2	28,3	28,3
<b>Oroslavje (K)</b>						-	43	42,4	43,8	43,8	34,5	31,4	31,4	31,4	31,4	31,5	31,5
<b>Oroslavje (S)</b>							-	42,4	43	43	33,7	31,4	31,4	31,4	31,4	31,5	28,3
<b>Oroslavje (Pr)</b>								-	42,4	42,4	33,1	31,4	31,5	31,4	31,5	31,5	31,5
<b>Stubičke Toplice (S)</b>									-	48,9	39,6	32,9	31,5	31,4	31,5	31,5	31,5
<b>Stubičke Toplice (K)</b>										-	40	33,2	31,4	31,4	31,4	31,5	31,5
<b>Marija Bistrica (K)</b>											-	59,2	55,6	53,9	52,2	38,8	52,3
<b>Konjščina (K)</b>												-	53,9	53,9	52,1	38,7	52,2

<b>Zlatar Bistrica (K)</b>														-	53,9	52,2	38,8	52,3
<b>Zlatar Bistrica (P)</b>															-	52,3	38,7	52,4
<b>Zlatar (Pr5)</b>																-	38,6	59,71
<b>Bedekovčina (K)</b>																	-	38,8
<b>Zlatar (Pr1)</b>																		-

### Poredak ušteda:

- Zlatar (Pr5) – Zlatar (Pr1) = 59,71 km
- Marija Bistrica (K) – Konjščina (K) = 59,2 km
- Marija Bistrica (K) – Zlatar Bistrica (K) = 55,6 km
- Zlatar Bistrica (K) – Zlatar Bistrica (Pr) = 53,9 km
- Zlatar Bistrica (Pr) – Zlatar (Pr1) = 52,4 km
- Stubičke Toplice (S) – Stubičke Toplice (K) = 48,9 km
- Oroslavje (K) – Stubičke Toplice (S) = 43,8 km
- Oroslavje (K) – Oroslavje (S) = 43 km
- Oroslavje (S) – Oroslavje (Pr) = 42,4 km
- Dubrovčan – Klanjec = 39,5 km
- Veliko Trgovišće – Stubičke Toplice (K) = 38,7 km
- Konjščina (K) – Bedekovčina (K) = 38,7 km
- Dubrovčan – Veliko Trgovišće = 33,4 km

- Oroslavje (Pr) – Zlatar (Pr5) = 31,5 km
- Mala Erpenja – Klanjec = 25,8 km

**Nova ruta:** Pekom – Mala Erpenja – Klanjec – Dubrovčan – Veliko Trgovišće – Stubičke Toplice (K) – Stubičke Toplice (S) – Oroslavje (K) – Oroslavje (S) – Oroslavje (pr) – Zlatar (Pr5) – Zlatar (Pr1) – Zlatar Bistrica (Pr) – Zlatar Bistrica (K) – Marija Bistrica (K) – Konjščina (K) – Bedekovčina (K) – Pekom

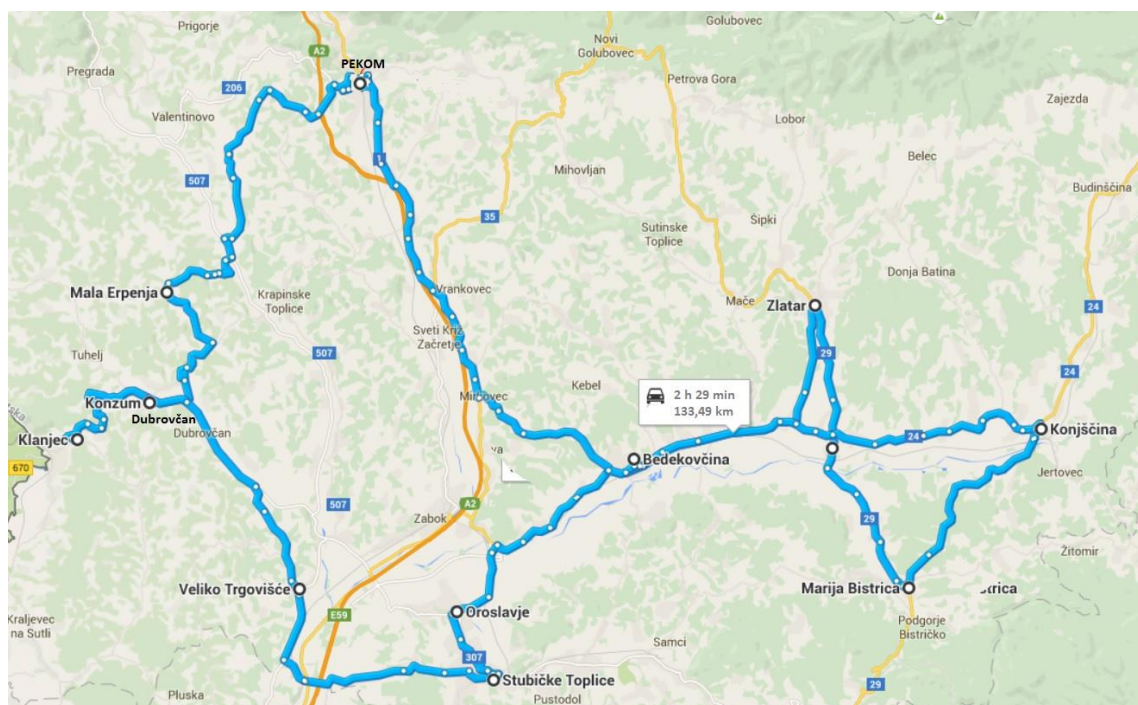
**Kilometri:**  $13,6 + 13,9 + 6,6 + 10,6 + 9,9 + 0,4 + 2,8 + 0,4 + 0,3 + 19, + 0,19 + 4,5 + 0,9 + 5,2 + 9,1 + 16 + 19,4 = 133,49$  km

**Vrijeme:**  $27 + 20 + 10 + 13 + 13 + 1 + 5 + 1 + 1 + 25 + 1 + 6 + 2 + 6 + 13 + 19 + 26 = 189$  min = 2 h 29 min

**Stara ruta:** Pekom – Mala Erpenja – Dubrovčan – Klanjec – Veliko Trgovišće – Oroslavje (K) – Oroslavje (S) – Oroslavje (Pr) – Stubičke Toplice (S) – Stubičke Toplice (K) – Marija Bistrica (K) – Konjščina (K) – Zlatar Bistrica (Pr) – Zlatar Bistrica (K) – Zlatar (Pr5) – Zlatar (Pr1) – Bedekovčina (K) – Pekom

**Kilometri:** 128 km

**Vrijeme:** 2 h 42 min



Slika 87 Nova ruta – Sv. Križ Začretje i Putkovec

## 4.2.13.2 Linija Krapina, Krapina jug

Tablica 84 Matrica udaljenosti - Krapina, Krapina jug

km	Pekom	Šabac	TIM promet	Petrovsko (T)	Doliće (K)	KTC	NTL	Ul. Lj. Gaja (K)	Polje Krap. (Poslon)	Polje Krap. (S)	Mihaljekov Jarek (K)	Krapina (S)	Trg Lj. Gaja (S)	Krapina (Poslon)	Ul. M. Gupca (K)	Podgora (S)
<b>Pekom</b>	-	1,3	6	3,9	1,7	2,1	0,85	0,55	1,9	3	1,6	0,21	0,9	0,9	1,1	3
<b>Šabac</b>		-	5,3	3,7	2,1	1,8	0,9	1,7	2,5	3,6	2,2	1,3	2,1	1,3	1,4	3,2
<b>TIM promet</b>			-	5,9	8,3	5,5	5,1	6,1	6,7	6,1	6,4	5,7	6,4	6,7	6,9	8,7
<b>Petrovsko (T)</b>				-	4,7	5,6	4,6	4,3	5,7	6,8	5,4	3,9	3,6	3,9	4	5,8
<b>Doliće (K)</b>					-	3,7	2,4	2,1	3,5	4,6	3,2	1,8	2,5	1	0,65	1,2
<b>KTC</b>						-	1,3	2,3	1,1	2,2	1,3	1,9	2,6	2,9	3,1	4,9
<b>NTL</b>							-	1	1,7	2,8	1,4	0,65	1,4	1,6	1,8	3,6
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>								-	1,8	2,9	1,5	0,35	0,4	0,75	0,8	3,3
<b>Polje Krap. (Poslon)</b>									-	1,1	0,3	1,7	2,1	2,7	2,9	4,7
<b>Polje Krap. (S)</b>										-	1,4	2,8	3,2	3,8	4	5,8
<b>Mihaljekov Jarek (K)</b>											-	1,4	1,8	2,4	2,6	4,4
<b>Krapina (S)</b>												-	0,7	1	1,2	3
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>													-	0,55	0,7	2,5
<b>Krapina (Poslon)</b>														-	0,17	1,9
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>															-	1,7
<b>Podgora (S)</b>																-

Tablica 85 Vremenska matrica – Krapina, Krapina jug

min	Pekom	Šabac	TIM promet	Petrovsko (T)	Doliće (K)	KTC	NTL	Ul. Lj. Gaja (K)	Polje Krap. (Poslon)	Polje Krap. (S)	Mihaljekov Jarek (K)	Krapina (S)	Trg Lj. Gaja (S)	Krapina (Poslon)	Ul. M. Gupca (K)	Podgora (S)
<b>Pekom</b>	-	4	13	7	3	6	3	3	4	6	4	1	4	2	3	6
<b>Šabac</b>		-	10	8	4	4	2	4	5	6	5	3	5	3	3	7
<b>TIM promet</b>			-	10	14	10	10	12	13	12	12	11	13	13	13	17
<b>Petrovsko (T)</b>				-	8	11	8	9	10	11	9	7	6	7	7	10
<b>Doliće (K)</b>					-	7	4	4	6	7	5	3	5	2	1	2
<b>KTC</b>						-	3	5	2	3	2	4	6	6	7	10
<b>NTL</b>							-	3	3	4	3	2	4	4	4	7
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>								-	4	5	3	2	1	2	2	6
<b>Polje Krap. (Poslon)</b>									-	1	1	4	4	6	5	9
<b>Polje Krap. (S)</b>										-	2	5	6	7	8	11
<b>Mihaljekov Jarek (K)</b>											-	3	4	5	6	9
<b>Krapina (S)</b>												-	2	2	2	6
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>													-	1	2	5
<b>Krapina (Poslon)</b>														-	1	4
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>															-	3
<b>Podgora (S)</b>																-

Tablica 86 Matrica ušteda – Krapina, Krapina jug

UŠTEDE/km	Pekom	Šabac	TIM promet	Petrovsko (T)	Doliće (K)	KTC	N TL	Ul. Lj. Gaja (K)	Polje Krap. (Poslon)	Polje Krap. (S)	Mihaljekov Jarek (K)	Krapina (S)	Trg Lj. Gaja (S)	Krapina (Poslon)	Ul. M. Gupca (K)	Podgora (S)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Šabac</b>		-	2	1,5	0,9	1,6	1,25	0,15	0,7	0,7	0,7	0,21	0,1	0,9	1	1,1
<b>TIM promet</b>			-	4	-0,6	2,6	1,75	0,45	1,2	2,9	1,2	0,51	0,5	0,2	0,2	0,3
<b>Petrovsko (T)</b>				-	0,9	0,4	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,21	1,2	0,9	1	1,1
<b>Doliće (K)</b>					-	0,1	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1	1,6	2,15	3,5
<b>KTC</b>						-	1,65	0,35	2,9	2,9	2,4	0,41	0,4	0,1	0,1	0,2
<b>N TL</b>							-	0,4	1,05	1,05	1,05	0,41	0,35	0,15	0,15	0,25
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>								-	0,65	0,65	0,65	0,41	1,05	0,7	0,85	0,25
<b>Polje Krap. (Poslon)</b>									-	3,8	3,2	0,41	0,7	0,1	0,1	0,2
<b>Polje Krap. (S)</b>										-	3,2	0,41	0,7	0,1	0,1	0,2
<b>Mihaljekov Jarek (K)</b>											-	0,41	0,7	0,1	0,1	0,2
<b>Krapina (S)</b>												-	0,41	0,11	0,11	0,21
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>													-	1,25	1,3	1,4
<b>Krapina (Poslon)</b>														-	1,83	2
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>															-	2,4
<b>Podgora (S)</b>																-

U ovoj liniji potrebno napraviti dodatne matrice, kao i u liniji Krapina, jer udaljenosti vezane uz lokaciju Trg Lj. Gaja (Strahinjčica) nisu jednake u oba smjera.

**Tablica 87 Matrica udaljenosti 2 – Krapina, Krapina jug**

km	Pekom	Trg Lj. Gaja (S)	Krapina (Poslon)	Ul. M. Gupca (K)	Podgora (S)
<b>Pekom</b>	-	0,72	0,9	1,1	3
<b>Šabac</b>		0,97	1,3	1,4	3,2
<b>TIM promet</b>		6,4	6,7	6,9	8,7
<b>Petrovsko (T)</b>		4,7	3,9	4	5,8
<b>Doliće (K)</b>		1,3	1	0,65	1,2
<b>KTC</b>		2,4	2,9	3,1	4,9
<b>NTL</b>		1,3	1,6	1,8	3,6
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>		1,1	0,75	0,8	3,3
<b>Polje Krap. (Poslon)</b>		2,4	2,7	2,9	4,7
<b>Polje Krap. (S)</b>		3,5	3,8	4	5,8
<b>Mihaljekov Jarek (K)</b>		2,1	2,4	2,6	4,4
<b>Krapina (S)</b>		0,62	1	1,2	3
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>		-	1,7	1,9	3,7
<b>Krapina (Poslon)</b>			-	0,17	1,9
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>				-	1,7
<b>Podgora (S)</b>					-

**Tablica 88 Vremenska matrica 2 - Krapina, Krapina jug**

min	Pekom	Trg Lj. Gaja (S)	Krapina (Poslon)	Ul. M. Gupca (K)	Podgora (S)
<b>Pekom</b>	-	4	2	3	6
<b>Šabac</b>		3	3	3	7
<b>TIM promet</b>		13	13	13	17
<b>Petrovsko (T)</b>		9	7	7	10
<b>Doliće (K)</b>		2	2	1	2
<b>KTC</b>		4	6	7	10
<b>NTL</b>		3	4	4	7
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>		3	2	2	6
<b>Polje Krap. (Poslon)</b>		4	6	5	9
<b>Polje Krap. (S)</b>		5	7	8	11
<b>Mihaljekov Jarek (K)</b>		4	5	6	9
<b>Krapina (S)</b>		2	2	2	6
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>		-	4	5	8
<b>Krapina (Poslon)</b>			-	1	4
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>				-	3
<b>Podgora (S)</b>					-



Tablica 89 Matrica ušteta 2 – Krapina, Krapina jug

UŠTEDE/km	Pekom	Trg Lj. Gaja (S)	Krapina (Poslon)	Ul. M. Gupca (K)	Podgora (S)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-
<b>Šabac</b>		1,05	0,9	1	1,1
<b>TIM promet</b>		0,32	0,2	0,2	0,3
<b>Petrovsko (T)</b>		-0,08	0,9	1	1,1
<b>Doliće (K)</b>		1,12	1,6	2,15	3,5
<b>KTC</b>		0,42	0,1	0,1	0,2
<b>NTL</b>		0,27	0,15	0,15	0,25
<b>Ul. Lj. Gaja (K)</b>		0,17	0,7	0,85	0,25
<b>Polje Krap. (Poslon)</b>		0,22	0,1	0,1	0,2
<b>Polje Krap. (S)</b>		0,22	0,1	0,1	0,2
<b>Mihaljekov Jarek (K)</b>		0,22	0,1	0,1	0,2
<b>Krapina (S)</b>		0,31	0,11	0,11	0,21
<b>Trg Lj. Gaja (S)</b>		-	-0,08	-0,08	0,02
<b>Krapina (Poslon)</b>			-	1,83	2
<b>Ul. M. Gupca (K)</b>				-	2,4
<b>Podgora (S)</b>					-

**Poredak ušteta:**

- TIM promet – Petrovsko (T) = 4 km
- Polje Krapinsko (S) – Polje Krapinsko (Poslon) = 3,8 km
- Podgora (S) – Doliće (K) = 3,5 km
- Polje Krapinsko (Poslon) – Mihaljekov Jarek (K) = 3,2 km
- TIM promet – Polje Krapinsko (S) = 2,9 km
- KTC – Mihaljekov Jarek (K) = 2,4 km
- Ul. M. Gupca (K) – Podgora (S) = 2,4 km
- Ul. M. Gupca (K) – Krapina (Poslon) = 1,83
- KTC – NTL = 1,65 km
- Petrovsko (T) – Šabac = 1,5 km
- Trg. Lj. Gaja – Krapina (Poslon) = 1,25 km
- Ul. Lj. Gaja (K) – Trg. Lj. Gaja (S) = 1,05 km
- Šabac – Doliće (K) = 0,9 km
- NTL – Krapina (S) = 0,41 km

**Uzimanje sanduka po trgovinama:**

- Polje Krapinsko (S) – Polje Krapinsko (Poslon) = 3,8 km
- Podgora (S) – Doliće (K) = 3,5 km
- Polje Krapinsko (Poslon) – Mihaljekov Jarek (K) = 3,2 km
- Polje Krapinsko (S) – KTC = 2,9 km
- KTC – Mihaljekov Jarek (K) = 2,4 km
- Ul. M. Gupca (K) – Podgora (S) = 2,4 km
- Ul. M. Gupca (K) – Krapina (Poslon) = 1,83
- KTC – NTL = 1,65 km
- Trg. Lj. Gaja – Krapina (Poslon) = 1,25 km
- NTL – Šabac = 1,25 km
- Ul. Lj. Gaja (K) – Trg. Lj. Gaja (S) = 1,05 km
- Šabac – Doliće (K) = 0,9 km
- Ul. Lj. Gaja (K) – Krapina (S) = 0,41 km

**Nova ruta:** Pekom – Ul. Lj. Gaja (K) – Trg Lj. Gaja (S) – Krapina (Poslon) – Ul. M. Gupca (K) – Podgora (S) – Doliće (K) – Šabac – Petrovsko (T) – TIM promet – Polje Krapinsko (S) – Polje Krapinsko (Poslon) – Mihaljekov Jarek (K) – KTC – NTL – Krapina (S) – Ul. Lj. Gaja (K) – Trg Lj. Gaja (S) – Krapina (Poslon) – Ul. M. Gupca (K) – Podgora (S) – Doliće (K) – Šabac – NTL – KTC – Polje Krapinsko (S) – Polje Krapinsko (Poslon) – Mihaljekov Jarek (K) – Pekom

**Kilometri:**  $0,55 + 0,4 + 0,55 + 0,17 + 1,7 + 1,2 + 2,1 + 3,7 + 5,9 + 6,1 + 1,1 + 0,3 + 1,3 + 1,3 + 0,65 + 0,35 + 0,45 + 0,55 + 0,17 + 1,7 + 1,2 + 2,1 + 0,9 + 1,3 + 2,2 + 1,1 + 0,3 + 1,6 = 40,94$  km

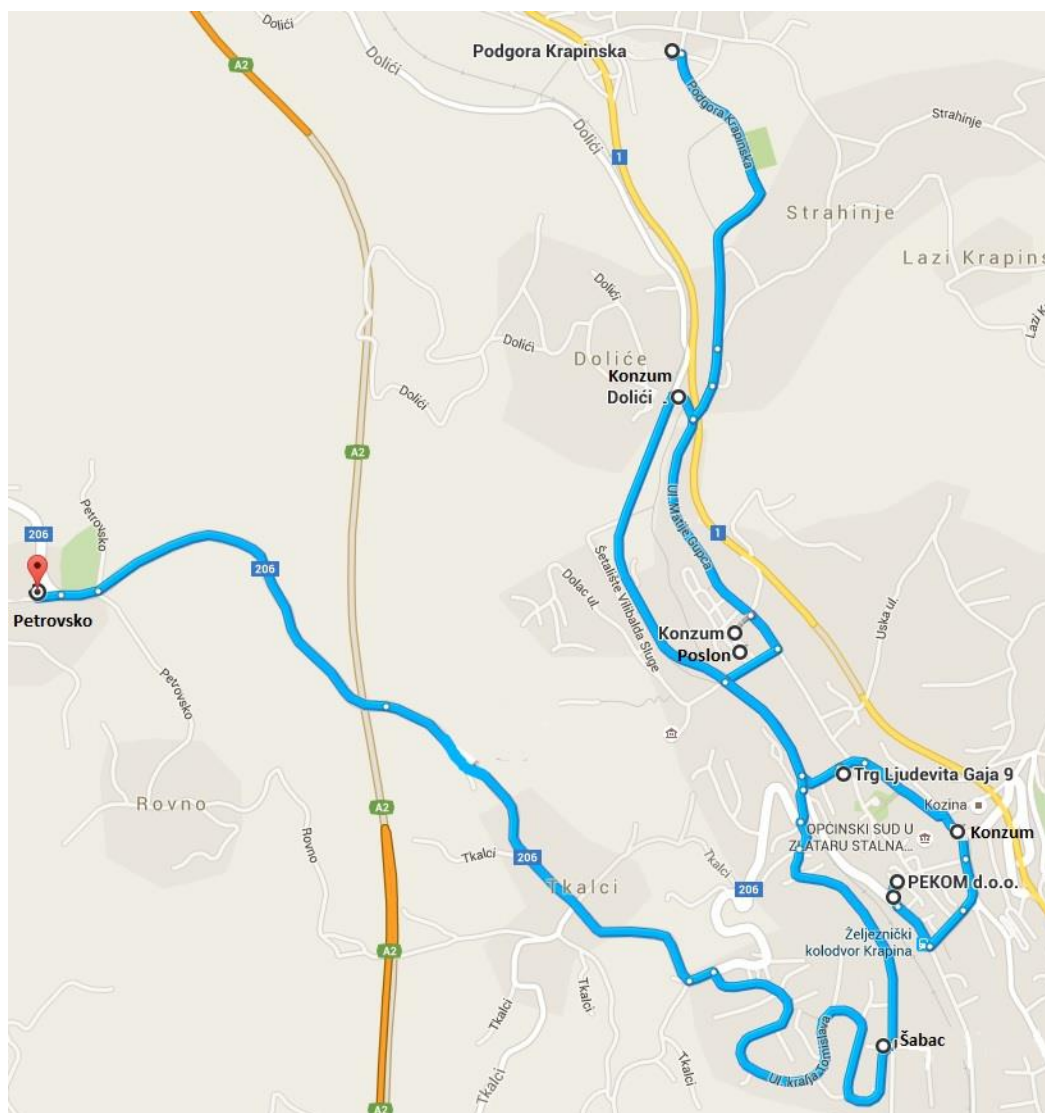
**Vrijeme:**  $3 + 1 + 1 + 1 + 3 + 2 + 4 + 8 + 10 + 12 + 1 + 1 + 2 + 3 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 3 + 2 + 4 + 2 + 3 + 3 + 1 + 1 + 4 = 82$  min = 1 h 12 min

**Stara ruta:** Pekom – Šabac – TIM promet – Petrovsko (T) – Doliće (K) – KTC – NTL – Ul. Lj. Gaja (K) – Polje Krapinsko (Poslon) – Polje Krapinsko (S) – Mihaljekov Jarek (K) – Krapina (S) – Trg Lj. Gaja (S) – Krapina (Poslon) – Ul. M. Gupca (K) – Podgora (S) – Doliće (K) – Ul. M. Gupca (K) – Krapina (Poslon) – Šabac – KTC – Polje Krapinsko (S) –

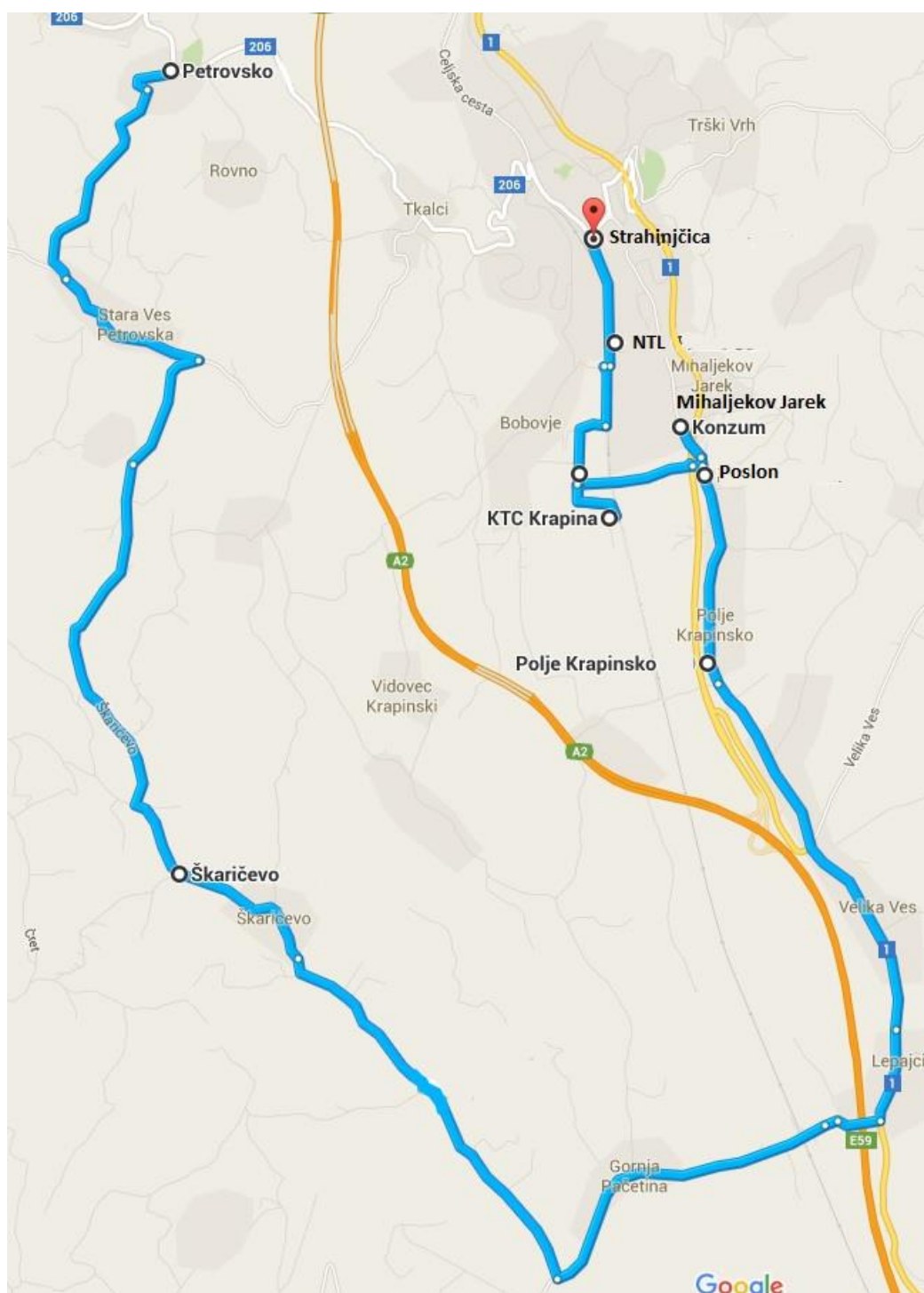
– Polje Krapinsko (Poslon) – Mihaljekov Jarek (K) – NTL – Krapina (S) – Ul. Lj. Gaja (K) – Trg Lj. Gaja (S) – Pekom

**Kilometri:** 42,55 km

**Vrijeme:** 1 h 31 min



**Slika 88 Nova ruta – Krapina, do lokacije Petrovsko**



**Slika 89 Nova ruta – Krapina od lokacije Petrovsko**



**Slika 90 Nova ruta – Krapina, uzimanje sanduka po trgovinama**

## 4.2.13.3 Linija Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada

Tablica 90 Matrica udaljenosti – Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada

km	Pekom	Desinić (K)	Desinić (S)	Kr. Toplice (Ku)	Kr. Toplice (T)	Kr. Toplice (S2)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (S1)	Kr. Toplice (K2)	Benkovo (T)	Pregrada (K2)	Pregrada (ZTC)	Pregrada (K1)	Pregrada (G)	Pregrada (S)	Pregrada (Po)	Svedruža (S)	Preseka Petrovska	Svedruža
<b>Pekom</b>	-	23,5	22,5	15,1	13,7	13,3	13,8	14,2	14,6	9,8	13,4	15	15,1	14,7	14,2	13,6	9,3	5,6	9,3
<b>Desinić (K)</b>		-	0,95	22	20,3	21,1	20,4	20	19,7	13,7	10,1	9,2	9,2	8,8	9,3	9,9	15,1	18,6	16,7
<b>Desinić (S)</b>			-	21	19,4	20,1	19,5	19,1	18,8	12,7	9,1	8,3	8,2	7,8	8,3	8,9	14,2	17,7	15,7
<b>Kr. Toplice (Ku)</b>				-	1,5	2	1,4	2	2,2	8,8	11,9	13,5	13,7	13,2	12,7	12,1	11,5	12,4	11,5
<b>Kr. Toplice (T)</b>					-	0,4	0,12	0,55	0,7	7,2	10,2	11,8	12	11,6	11,1	10,4	9,8	10,9	10
<b>Kr. Toplice (S2)</b>						-	0,65	1,3	1,4	7,9	11	12,6	12,8	12,3	11,8	11,2	10,6	10,6	9,7
<b>Kr. Toplice (K1)</b>							-	0,7	0,75	7,2	10,3	11,9	12,1	11,6	11,2	10,5	9,9	11,4	10,5
<b>Kr. Toplice (S1)</b>								-	0,45	6,9	10	11,6	11,8	11,3	10,8	10,2	9,6	11,1	10,2
<b>Kr. Toplice (K2)</b>									-	6,5	9,6	11,2	11,4	10,9	10,4	9,8	9,2	10,7	9,8
<b>Benkovo (T)</b>										-	3,6	5,2	5,4	4,9	4,4	3,8	2,6	5,6	3,8
<b>Pregrada (K2)</b>											-	1,6	1,7	1,3	0,8	0,19	5	8,5	6,6
<b>Pregrada (ZTC)</b>												-	0,084	0,55	0,75	1,4	6,6	9,8	7,9
<b>Pregrada (K1)</b>													-	0,45	0,85	1,5	6,7	9,9	7,9
<b>Pregrada (G)</b>														-	0,5	1,1	6,3	9,8	7,9
<b>Pregrada (S)</b>															-	0,65	5,6	9,3	7,4
<b>Pregrada (Po)</b>																-	5,2	8,7	6,8
<b>Svedruža (S)</b>																	-	3,7	1,8
<b>Preseka Petrovska</b>																		-	3,7
<b>Svedruža</b>																			-

Tablica 91 Vremenska matrica – Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada

min	Pekom	Desinić (K)	Desinić (S)	Kr. Toplice (Ku)	Kr. Toplice (T)	Kr. Toplice (S2)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (S1)	Kr. Toplice (K2)	Benkovo (T)	Pregrada (K2)	Pregrada (ZTC)	Pregrada (K1)	Pregrada (G)	Pregrada (S)	Pregrada (Po)	Svedruža (S)	Preseka Petrovska	Svedruža
<b>Pekom</b>	-	36	34	23	20	19	20	21	22	16	21	23	24	23	22	21	15	10	15
<b>Desinić (K)</b>		-	1	28	25	27	25	24	24	19	15	14	13	13	13	14	21	25	24
<b>Desinić (S)</b>			-	26	24	26	24	23	23	18	13	12	12	11	12	13	19	24	22
<b>Kr. Toplice (Ku)</b>				-	3	4	3	5	5	10	13	16	16	15	14	13	14	22	22
<b>Kr. Toplice (T)</b>					-	1	1	2	2	8	11	14	14	13	12	11	12	20	19
<b>Kr. Toplice (S2)</b>						-	2	4	3	10	13	16	16	15	14	13	14	19	19
<b>Kr. Toplice (K1)</b>							-	2	2	8	11	14	14	13	12	11	12	17	17
<b>Kr. Toplice (S1)</b>								-	1	8	11	14	14	13	12	11	12	17	16
<b>Kr. Toplice (K2)</b>									-	7	10	13	13	12	11	11	11	16	16
<b>Benkovo (T)</b>										-	4	7	8	7	6	5	4	11	8
<b>Pregrada (K2)</b>											-	3	3	2	1	1	6	11	9
<b>Pregrada (ZTC)</b>												-	1	2	2	2	9	16	15
<b>Pregrada (K1)</b>													-	1	2	3	9	17	15
<b>Pregrada (G)</b>														-	1	2	8	13	11
<b>Pregrada (S)</b>															-	1	10	12	10
<b>Pregrada (Po)</b>																-	6	11	10
<b>Svedruža (S)</b>																	-	6	5
<b>Preseka Petrovska</b>																		-	5
<b>Svedruža</b>																			-

Tablica 92 Matrica ušteda – Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada

UŠTEDE/km	Pekom	Desinić (K)	Desinić (S)	Kr. Toplice (Ku)	Kr. Toplice (T)	Kr. Toplice (S2)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (S1)	Kr. Toplice (K2)	Benkovo (T)	Pregrada (K2)	Pregrada (ZTC)	Pregrada (K1)	Pregrada (G)	Pregrada (S)	Pregrada (Po)	Svedruža (S)	Preseka Petrovska	Svedruža
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Desinić (K)</b>		-	45,05	16,6	16,9	15,7	16,9	17,7	18,4	19,6	26,8	29,3	29,4	29,4	28,4	27,2	17,7	10,5	16,1
<b>Desinić (S)</b>			-	16,6	16,8	15,7	16,8	17,6	18,3	19,6	26,8	29,2	29,4	29,4	28,4	27,2	17,6	10,4	16,1
<b>Kr. Toplice (Ku)</b>				-	27,3	26,4	27,5	27,3	27,5	16,1	16,6	16,6	16,5	16,6	16,6	16,6	12,9	8,3	12,9
<b>Kr. Toplice (T)</b>					-	26,6	27,38	27,35	27,6	16,3	16,9	16,9	16,8	16,8	16,8	16,9	13,2	8,4	13
<b>Kr. Toplice (S2)</b>						-	26,45	26,2	26,5	15,2	15,7	15,7	15,6	15,7	15,7	15,7	12	8,3	12,9
<b>Kr. Toplice (K1)</b>							-	27,3	27,65	16,4	16,9	16,9	16,8	16,9	16,8	16,9	13,2	8	12,6
<b>Kr. Toplice (S1)</b>								-	28,35	17,1	17,6	17,6	17,5	17,6	17,6	17,6	13,9	8,7	13,3
<b>Kr. Toplice (K2)</b>									-	17,9	18,4	18,4	18,3	18,4	18,4	18,4	14,7	9,5	14,1
<b>Benkovo (T)</b>										-	19,6	19,6	19,5	19,6	19,6	19,6	16,5	9,8	15,3
<b>Pregrada (K2)</b>											-	26,8	26,8	26,8	26,8	26,81	17,7	10,5	16,1
<b>Pregrada (ZTC)</b>												-	30,016	29,15	28,45	27,2	17,7	10,8	16,4
<b>Pregrada (K1)</b>													-	29,35	28,45	27,2	17,7	10,8	16,5
<b>Pregrada (G)</b>														-	28,4	27,2	17,7	10,5	16,1
<b>Pregrada (S)</b>															-	27,15	17,9	10,5	16,1
<b>Pregrada (Po)</b>																-	17,7	10,5	16,1
<b>Svedruža (S)</b>																	-	11,2	16,8
<b>Preseka Petrovska</b>																		-	11,2
<b>Svedruža</b>																			-



**Poredak ušteda:**

- Desinić (K) – Desinić (S) = 45,05 km
- Pregrada (ZTC) – Pregrada (K1) = 30,016 km
- Desinić (K) – Pregrada (K1) = 29,4 km
- Pregrada (ZTC) – Pregrada (G) = 29,15 km
- Pregrada (G) – Pregrada (S) = 28,4 km
- Krapinske Toplice (S) – Krapinske Toplice (K2) = 28,35 km
- Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (K2) = 27,65 km
- Krapinske Toplice (Kustura) – Krapinske Toplice (K1) = 27,5 km
- Krapinske Toplice (S1) – Krapinske Toplice (T) = 27,35 km
- Pregrada (S) – Pregrada (Po) = 27,15 km
- Pregrada (P1) – Pregrada (K2) = 26,81 km
- Krapinske Toplice (T) – Krapinske Toplice (S2) = 26,6 km
- Desinić (S) – Benkovo (T) = 19,6 km
- Pregrada (K2) – Svedruža (S) = 17,7 km
- Benkovo – Krapinske Toplice (Kustura) = 16,1 km
- Svedruža (S) – Preseka Petrovska = 11,2 km

---

**PRODAJA:**

- Krapinske Toplice (S2) – Svedruža (P) = 12,9 km

**Nova ruta:** Pekom – Preseka Petrovska – Svedruža (S) – Pregrada (K2) – Pregrada (Po) – Pregrada (S) – Pregrada (G) – Pregrada (ZTC) – Pregrada (K1) – Desinić (K) – Desinić (S) – Benkovo (T) – Krapinske Toplice (Kustura) – Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (K2) – Krapinske Toplice (S1) – Krapinske Toplice (T) – Krapinske Toplice (S2) – Svedruža (P) – Pekom

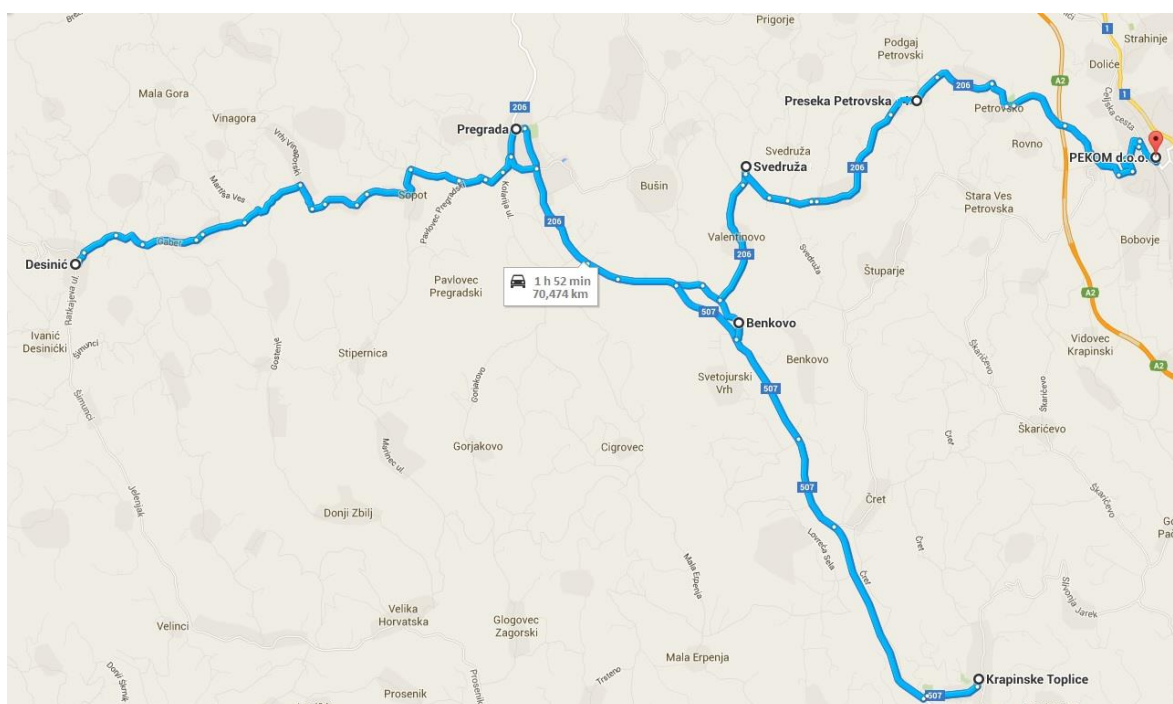
**Kilometri:**  $5,6 + 3,7 + 5 + 0,19 + 0,65 + 0,5 + 0,55 + 0,084 + 9,2 + 0,95 + 12,7 + 8,8 + 1,4 + 0,75 + 0,45 + 0,55 + 0,4 + 9,7 + 9,3 = 70,474$  km

**Vrijeme:**  $10 + 6 + 6 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 + 13 + 1 + 18 + 10 + 3 + 2 + 1 + 2 + 1 + 19 + 15 = 112$  min = 1 h 52 min

**Stara ruta:** Pekom – Desinić (K) – Desinić (S) – Krapinske Toplice (Kustura) – Krapinske Toplice (T) – Krapinske Toplice (S2) – Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (S1) – Krapinske Toplice (K2) – Benkovo (T) – Pregrada (K2) – Pregrada (ZTC) – Pregrada (K1) – Pregrada (G) – Pregrada (S) – Pregrada (Po) – Svedruža (S) – Preseka Petrovska – Svedruža (P) – Pekom

**Kilometri:** 85,23 km

**Vrijeme:** 2 h 6 min



**Slika 91 Nova ruta – Desinić, Krapinske Toplice i Pregrada**

## 4.2.13.4 Linija Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

Tablica 93 Matrica udaljenosti – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

km	Pekom	Bobovje (T)	Gradska pekara	Tkalci (S)	Vrbno (S)	Bednja (S)	Cvetlin (S)	G. Jesenje (K)	Kr. Toplice (T)	Štuparje
<b>Pekom</b>	-	1,7	1	1,9	16,2	16,5	24,1	9,2	13,5	6,5
<b>Bobovje (T)</b>		-	2,2	2,8	17,7	18	25,7	10,8	13	6,7
<b>Gradska pekara</b>			-	2,2	15,5	15,8	23,4	8,6	15,2	6,8
<b>Tkalci (S)</b>				-	17,2	17,4	25,1	10,2	13,7	4,7
<b>Vrbno (S)</b>					-	6,5	14,2	7	29,6	21,8
<b>Bednja (S)</b>						-	8,7	7,2	29,9	22,1
<b>Cvetlin (S)</b>							-	14,9	37,5	29,7
<b>G. Jesenje (K)</b>								-	22,7	14,8
<b>Kr. Toplice (T)</b>									-	8,4
<b>Štuparje</b>										-

Tablica 94 Vremenska matrica – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

min	Pekom	Bobovje (T)	Gradska pekara	Tkalci (S)	Vrbno (S)	Bednja (S)	Cvetlin (S)	G. Jesenje (K)	Kr. Toplice (T)	Štuparje
<b>Pekom</b>	-	4	4	4	22	22	32	13	20	11
<b>Bobovje (T)</b>		-	6	7	25	25	35	16	17	11
<b>Gradska pekara</b>			-	6	21	21	31	12	21	12
<b>Tkalci (S)</b>					24	23	33	15	19	7
<b>Vrbno (S)</b>					-	9	18	9	40	30
<b>Bednja (S)</b>						-	11	9	40	30
<b>Cvetlin (S)</b>							-	20	51	41
<b>G. Jesenje (K)</b>								-	31	21
<b>Kr. Toplice (T)</b>									-	15
<b>Štuparje</b>										-

Tablica 95 Matrica ušteda – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

UŠTEDE/km	Pekom	Bobovje (T)	Gradska pekara	Tkalci (S)	Vrbno (S)	Bednja (S)	Cvetlin (S)	G. Jesenje (K)	Kr. Toplice (T)	Štuparje
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Bobovje (T)</b>		-	0,5	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	2,2	1,5
<b>Gradska pekara</b>			-	0,7	1,7	1,7	1,7	1,6	-0,7	0,7
<b>Tkalci (S)</b>				-	0,9	1	0,9	0,9	1,7	3,7
<b>Vrbno (S)</b>					-	26,2	26,1	18,4	0,1	0,9
<b>Bednja (S)</b>						-	31,9	18,5	0,1	0,9
<b>Cvetlin (S)</b>							-	18,4	0,1	0,9
<b>G. Jesenje (K)</b>								-	0	0,9
<b>Kr. Toplice (T)</b>									-	11,6
<b>Štuparje</b>										-

U ovoj liniji potrebno je napraviti dodatne tablice kao što je to bio slučaj za linije Krapina i Krapina jug – četvrti dio jer udaljenosti koje su vezane na lokaciju Gradska Pekara (tablica 92) nisu jednake u oba smjera. Kako se Gradska pekara nalazi u centru grada Krapine koji se sastoji od jednosmjernih ulica potrebno je udaljenosti od Gradske pekare prema drugim lokacijama zapisati u nove tablice.

Tablica 96 Matrica udaljenosti 2 – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

km	Pekom	Bobovje (T)	Gradska pekara	Tkalci (S)	Vrbno (S)	Bednja (S)	Cvetlin (S)	G. Jesenje (K)	Kr. Toplice (T)	Štuparje
<b>Pekom</b>	-	1,7	1,2	1,9	16,2	16,5	24,1	9,2	13,5	6,5
<b>Bobovje (T)</b>		-	2,8	2,8	17,7	18	25,7	10,8	13	6,7
<b>Gradska pekara</b>			-	2,7	17	17,3	25	10,1	14,2	7,4

Tablica 97 Vremenska matrica 2 – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

min	Pekom	Bobovje (T)	Gradska pekara	Tkalci (S)	Vrbno (S)	Bednja (S)	Cvetlin (S)	G. Jesenje (K)	Kr. Toplice (T)	Štuparje
<b>Pekom</b>	-	4	4	4	22	22	32	13	20	11
<b>Bobovje (T)</b>		-	6	7	25	25	35	16	17	11
<b>Gradska pekara</b>			-	6	23	24	34	15	20	13

Tablica 98 Matrica ušteda 2 – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice

UŠTEDE/km	Pekom	Bobovje (T)	Gradska pekara	Tkalci (S)	Vrbno (S)	Bednja (S)	Cvetlin (S)	G. Jesenje (K)	Kr. Toplice (T)	Štuparje
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Bobovje (T)</b>		-	0,1	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	2,2	1,5
<b>Gradska pekara</b>			-	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3

**Poredak ušteda:**

- Bednja (S) – Cvetlin (S) = 31,9 km
- Vrbno (S) – Bednja (S) = 26,2 km
- Vrbno (S) – Gornje Jesenje (K) = 18,4 km
- Krapinske Toplice (T) – Štuparje = 11,6 km
- Tkalci (S) – Štuparje = 3,7 km
- Bobovje (T) – Krapinske Toplice (T) = 2,2 km
- Gradska pekara – Cvetlin (S) = 1,7 km
- Tkalci (S) – Gornje Jesenje (K) = 0,9 km

**Nova ruta:** Pekom – Gradska pekara – Cvetlin (S) – Bednja (S) - Vrbno (S) – Gornje Jesenje (K) – Tkalci (S) – Štuparje – Krapinske Toplice (T) – Bobovje (T) – Pekom

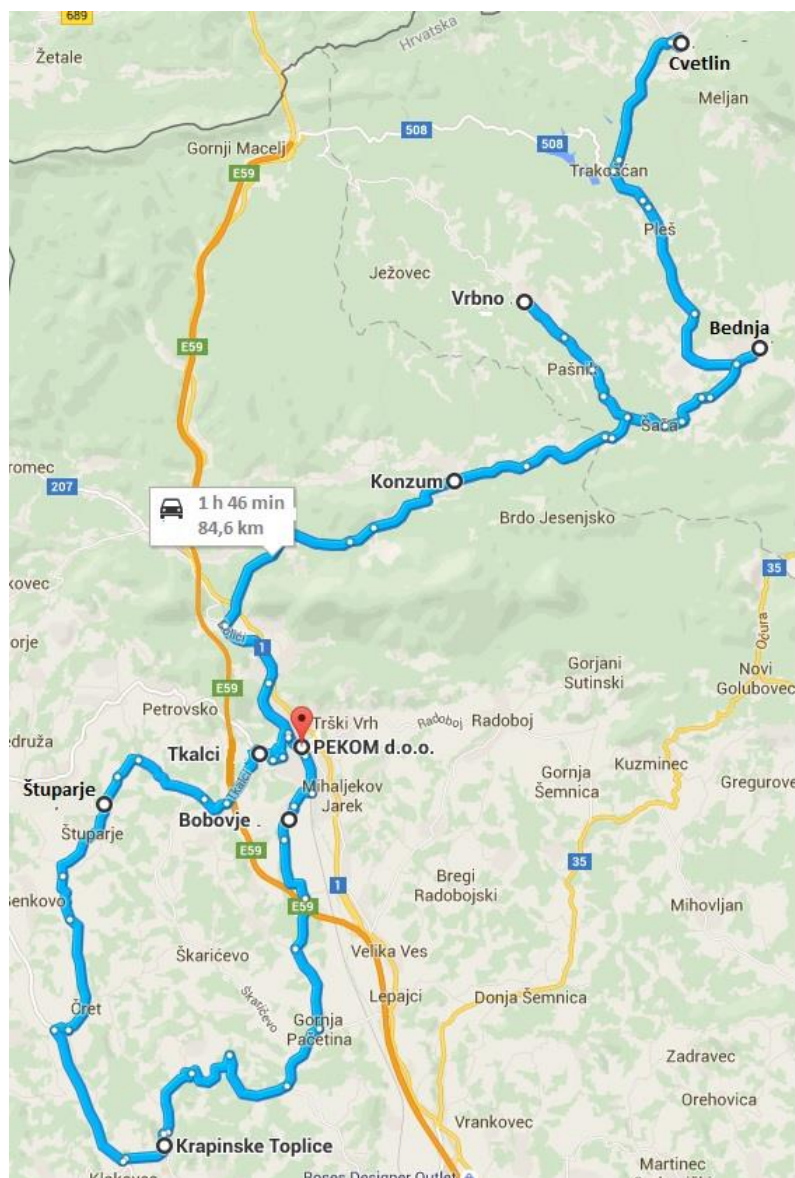
**Kilometri:** 1 + 23,4 + 8,7 + 6,5 + 7 + 10,2 + 4,7 + 8,4 + 13 + 1,7 = 84,6 km

**Vrijeme:** 4 + 31 + 11 + 9 + 9 + 15 + 7 + 7 + 15 + 17 + 4 = 106 min = 1 h 46 min

**Stara ruta:** Pekom – Bobovje (T9 – Gradska pekara – Tklaci (S) – Vrbno (S) – Bednja (S) – Cvetlin (S) – Gornje Jesenje (K) – Krapinske Toplice (T) – Štuparje – Pekom

**Kilometri:** 91 km

**Vrijeme:** 2 h 18 min



**Slika 92 Nova ruta – Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice**

## 4.2.13.5 Linija Radoboj, Mihovljan

Tablica 99 Matrica udaljenosti – Radoboj, Mihovljan

km	Pekom	Trški Vrh (A)	Radoboj (Tr)	Radoboj (S)	Radoboj (T)	G. Šemnica (G)	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)	Začretje (S)	Začretje (M)	Začretje (Du)	Začretje (K)	Švaljkovec (Tr)	D. Šemnica (G)	G. Pačetina (S)	Lepajci (T)	Jazvine (T)	Radobojski Bregi (S)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	Mihovljan (P)	Kuzminec (P)
<b>Pekom</b>	-	1,7	6,4	4,9	4,8	7	12,1	11,9	11,9	10,6	10,1	10,6	10,3	8,3	8,4	6,2	6,2	6,5	6,6	5,3	4,9	11,9	10,5
<b>Trški Vrh (A)</b>		-	4,9	3,4	3,3	5,6	10,6	10,5	10,4	11,7	11,2	11,7	11,4	9,4	9,5	7,3	7,3	6	7,2	3,8	3,4	10,5	9
<b>Radoboj (Tr)</b>			-	1,7	1,6	3,8	8,8	8,7	8,7	9,9	9,4	9,9	9,6	7,6	7,7	5,5	5,5	1,1	2,3	1,4	1,7	8,7	7,2
<b>Radoboj (S)</b>				-	0,12	2,1	7,2	7,1	7	11,5	11	11,6	11,3	9,3	7	7,2	7,1	2,8	3,9	0,55	0,018	7,1	5,6
<b>Radoboj (T)</b>					-	2,3	7,3	7,2	7,1	11,5	11	11,5	11,2	9,2	7,1	7,1	7,1	2,7	3,9	0,5	0,1	7,2	5,7
<b>G. Šemnica (G)</b>						-	5	4,9	4,8	10,9	10,4	10,9	10,6	8,5	4,8	8,5	8,4	4,9	6,1	2,7	2,2	4,9	3,4
<b>Mihovljan (K)</b>							-	0,13	0,22	14,1	13,6	14,1	13,8	11,8	8,1	11,7	11,6	9,9	9,5	7,7	7,2	0	3,3
<b>Mihovljan (T)</b>								-	0,12	13,9	13,4	14	13,7	11,6	7,9	11,5	11,5	9,8	9,3	7,6	7	0	3,2
<b>Mihovljan (N)</b>									-	13,9	13,4	13,9	13,6	11,6	7,9	11,5	11,4	9,8	9,3	7,5	7	0	3,1
<b>Začretje (S)</b>										-	0,5	0,018	0,45	2,3	6,1	5,1	5,1	8,8	8,9	11	11,6	14	12,5
<b>Začretje (M)</b>											-	0,55	0,23	1,8	5,5	4,6	4,6	8,3	8,4	10,5	11	13,5	12
<b>Začretje (Du)</b>												-	0,45	2,4	6,1	5,1	5,1	8,8	8,9	11	11,6	14	12,5
<b>Začretje (K)</b>													-	2	5,8	4,8	4,8	8,5	8,6	10,7	11,3	13,7	12,2
<b>Švaljkovec (Tr)</b>														-	3,7	2,8	2,7	6,5	6,5	8,7	9,2	11,7	10,2
<b>D. Šemnica (G)</b>															-	3,6	3,6	6,6	5,1	7,5	7	7,9	6,5
<b>G. Pačetina (S)</b>																-	0,2	4,4	4,5	6,9	7,2	11,6	10,1
<b>Lepajci (T)</b>																	-	4,4	4,5	6,8	7,1	11,5	10
<b>Jazvine (T)</b>																		-	1,2	2,5	2,8	9,8	8,3
<b>Radobojski Bregi (S)</b>																			-	2,8	3,1	9,4	7,9

<b>Radoboj (H1)</b>																				-	0,55	7,6	6,1
<b>Radoboj (H2)</b>																				-		7,1	5,6
<b>Mihovljan (P)</b>																						-	3,2
<b>Kuzminec (P)</b>																							-

Tablica 100 Vremenska matrica – Radoboj, Mihovljan

min	Pekom	Trški Vrh (A)	Radoboj (Tr)	Radoboj (S)	Radoboj (T)	G. Šemnica (G)	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)	Začretje (S)	Začretje (M)	Začretje (Du)	Začretje (K)	Švaljkovec (Tr)	D. Šemnica (G)	G. Pačetina (S)	Lepajci (T)	Jazvine (T)	Radobojski Bregi (S)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	Mihovljan (P)	Kuzminec (P)
<b>Pekom</b>	-	5	12	10	10	13	20	20	20	15	14	15	14	12	13	9	9	10	11	11	10	21	19
<b>Trški Vrh (A)</b>		-	7	6	5	8	16	16	16	14	13	14	14	11	12	9	9	9	11	6	5	16	14
<b>Radoboj (Tr)</b>			-	3	3	5	13	13	13	12	11	12	12	9	10	7	7	1	4	2	3	13	12
<b>Radoboj (S)</b>				-	1	3	10	10	10	15	14	15	14	11	8	9	9	4	6	1	1	10	9
<b>Radoboj (T)</b>					-	4	11	11	11	15	14	15	14	12	9	9	9	4	6	1	1	11	10
<b>G. Šemnica (G)</b>						-	7	7	7	13	12	13	12	10	5	11	11	7	9	4	3	7	6
<b>Mihovljan (K)</b>							-	1	1	16	15	16	16	13	9	14	14	13	13	10	9	0	5
<b>Mihovljan (T)</b>								-	1	16	15	16	16	13	9	14	14	13	13	10	9	0	5
<b>Mihovljan (N)</b>									-	17	16	17	16	13	9	14	15	13	13	10	9	0	5
<b>Začretje (S)</b>										-	1	1	1	3	7	7	7	11	12	15	16	17	15
<b>Začretje (M)</b>											-	1	1	2	6	6	6	10	11	14	15	16	14
<b>Začretje (Du)</b>												-	1	3	8	7	7	11	12	15	15	16	15
<b>Začretje (K)</b>													-	3	7	6	7	11	11	14	15	16	15
<b>Švaljkovec (Tr)</b>														-	4	3	4	8	8	11	12	14	12
<b>D. Šemnica (G)</b>															-	5	5	9	8	9	8	9	8



<b>G. Pačetina (S)</b>																-	1	6	6	10	10	15	13
<b>Lepajci (T)</b>																	-	6	7	10	11	15	14
<b>Jazvine (T)</b>																		-	2	4	4	15	13
<b>Radobojski Bregi (S)</b>																			-	6	6	14	12
<b>Radoboj (H1)</b>																				-	1	12	10
<b>Radoboj (H2)</b>																					-	11	9
<b>Mihovljan (P)</b>																						-	5
<b>Kuzminec (P)</b>																							-

Tablica 101 Matrica ušteda – Radoboj, Mihovljan

UŠTEDE/km	Pekom	Trški Vrh (A)	Radoboj (Tr)	Radoboj (S)	Radoboj (T)	G. Šemnica (G)	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)	Začretje (S)	Začretje (M)	Začretje (Du)	Začretje (K)	Švaljkovec (Tr)	D. Šemnica (G)	G. Pačetina (S)	Lepajci (T)	Jazvine (T)	Radobojski Bregi (S)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	Mihovljan (P)	Kuzminec (P)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Trški Vrh (A)</b>		-	3,2	3,2	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	2,2	1,1	3,2	3,2	3,1	3,2
<b>Radoboj (Tr)</b>			-	9,6	9,6	9,6	9,7	9,6	9,6	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	11,8	10,7	10,3	9,6	9,6	9,7
<b>Radoboj (S)</b>				-	9,58	9,8	9,8	9,7	9,8	4	4	3,9	3,9	3,9	6,3	3,9	4	8,6	7,6	9,65	9,782	9,7	9,8
<b>Radoboj (T)</b>					-	9,5	9,6	9,5	9,6	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	6,1	3,9	3,9	8,6	7,5	9,6	9,6	9,5	9,6
<b>G. Šemnica (G)</b>						-	14,1	14	14,1	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8	10,6	4,7	4,8	8,6	7,5	9,6	9,7	14	14,1
<b>Mihovljan (K)</b>							-	23,87	23,78	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	12,4	6,6	6,7	8,7	9,2	9,7	9,8	24	19,3
<b>Mihovljan (T)</b>								-	23,68	8,6	8,6	8,5	8,5	8,6	12,4	6,6	6,6	8,6	9,2	9,6	9,8	23,8	19,2
<b>Mihovljan (N)</b>									-	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	12,4	6,6	6,7	8,6	9,2	9,7	9,8	23,8	19,3
<b>Začretje (S)</b>										-	20,2	21,18	20,45	16,6	12,9	11,7	11,7	8,3	8,3	4,9	3,9	8,5	8,6

<b>Začretje (M)</b>											-	20,15	20,17	16,6	13	11,7	11,7	8,3	8,3	4,9	4	8,5	8,6
<b>Začretje (Du)</b>												-	20,45	16,5	12,9	11,7	11,7	8,3	8,3	4,9	3,9	8,5	8,6
<b>Začretje (K)</b>													-	16,6	12,9	11,7	11,7	8,3	8,3	4,9	3,9	8,5	8,6
<b>Švaljkovec (Tr)</b>														-	13	11,7	11,8	8,3	8,4	4,9	4	8,5	8,6
<b>D. Šemnica (G)</b>															-	11	11	8,3	9,9	6,2	6,3	12,4	12,4
<b>G. Pačetina (S)</b>																-	12,2	8,3	8,3	4,6	3,9	6,5	6,6
<b>Lepajci (T)</b>																	-	8,3	8,3	4,7	4	6,6	6,7
<b>Jazvine (T)</b>																		-	11,9	9,3	8,6	8,6	8,7
<b>Radobojski Bregi (S)</b>																			-	9,1	8,4	9,1	9,2
<b>Radoboj (H1)</b>																				-	9,65	9,6	9,7
<b>Radoboj (H2)</b>																					-	9,7	9,8
<b>Mihovljan (P)</b>																						-	19,2
<b>Kuzminec (P)</b>																							-

### Poredak ušteda:

- Mihovlajn (K) – Mihovljan (T) = 23,87 km
- Mihovljan (K) – Mihovljan (N) = 23,78 km
- Sv. Križ Začretje (S) – Sv. Križ Začretje (D) = 21,18 km
- Sv. Križ Začretje (S) – Sv. Križ Začretje (K) = 20,45 km
- Sv. Križ Začretje (M) – Sv. Križ Začretje (K) = 20,17 km
- Sv. Križ Začretje (M) – Švaljkovec = 16,6 km
- Gornja Šemnica (G) – Mihovljan (N) = 14,1 km

- Švaljkovec – Donja Šemnica (G) = 13 km
- Mihovljan (T) – Donja Šemnica (G) = 12,4 km
- Gornja Pačetina (S) – Lepajci (T) = 12,2 km
- Jazvine (T) – Radobojski Bregi (S) = 11,9 km
- Jazvine (T) – Radoboj (Tr) = 11,8 km
- Sv. Križ Začretje (D) – Gornja Pačetina (S) = 11,7 km
- Radoboj (Tr) – Radoboj (H1) = 10,3 km
- Radoboj (S) – Gornja Šemnica (G) = 9,8 km
- Radoboj (H2) – Radoboj (S) = 9,782 km
- Radoboj (H1) – Radoboj (H2) = 9,65 km
- Radobojski Bregi (S) – Radoboj (T) = 7,5 km
- Trški Vrh (A) – Radoboj (T) = 3,2 km

**PRODAJA:**

- Kuzminec (P) – Mihovljan (P) = 19,2 km
- Lepajci (T) – Kuzminec (P) = 6,7 km

**Nova ruta:** Pekom – Trški Vrh (A) – Radoboj (T) – Radobojski Bregi (S) – Jazvine (T) – Radoboj (Tr) – Radoboj (H1) – Radoboj (H2) – Radoboj (S) – Gornja Šemnica (G) – Mihovljan (N) – Mihovljan (K) – Mihovljan (T) – Donja Šemnica (G) – Švaljkovec – Sv. Križ Začretje (M) – Sv. Križ Začretje (K) – Sv. Križ Začretje (S) – Sv. Križ Začretje (D) – Gornja Pačetina (S) – Lepajci (T) – Kuzminec (P) – Mihovljan (P) – Pekom

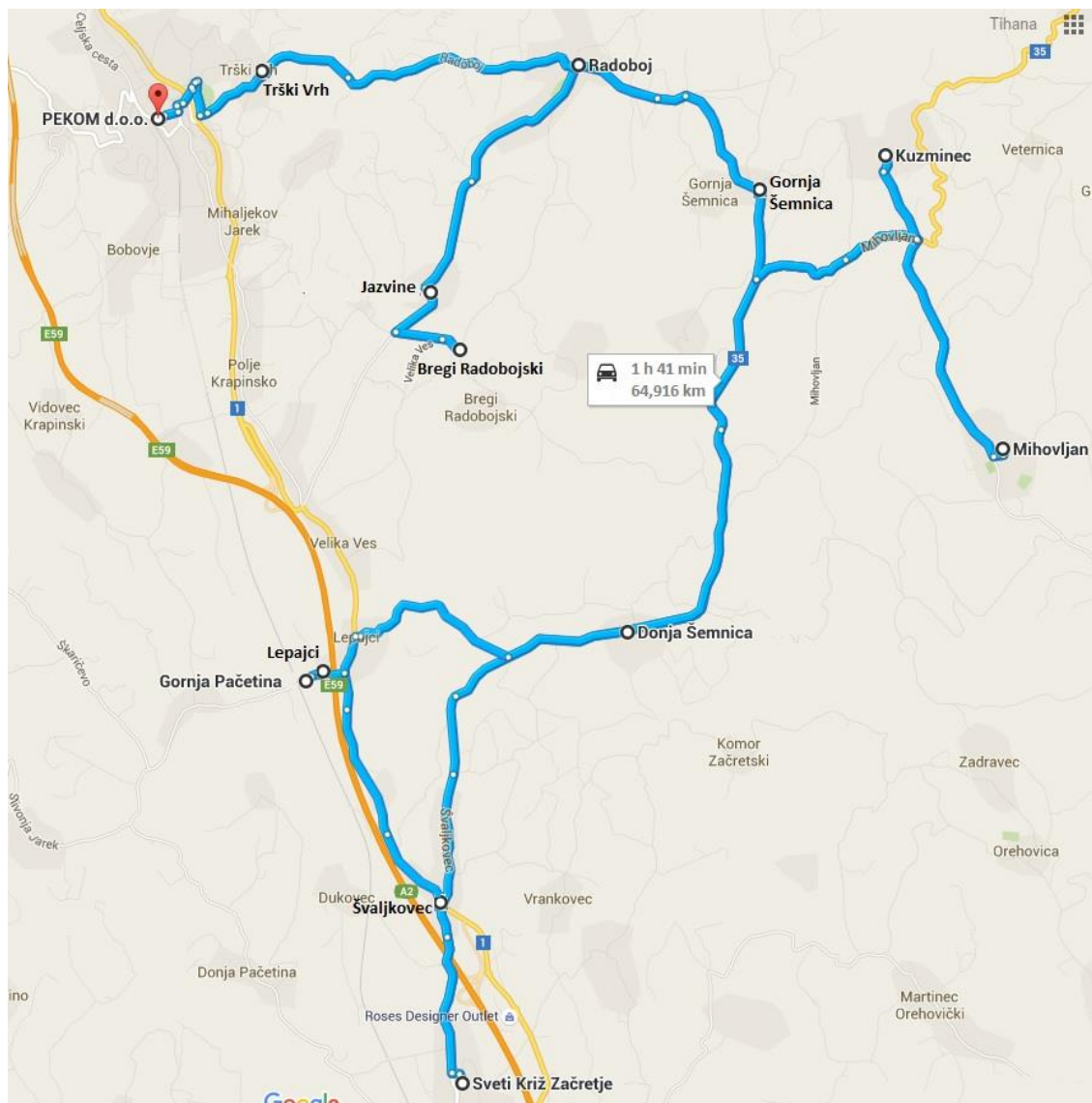
**Kilometri:**  $1,7 + 3,3 + 3,9 + 1,2 + 1,1 + 1,4 + 0,55 + 0,018 + 2,1 + 4,8 + 0,22 + 0,13 + 7,9 + 3,7 + 1,8 + 0,23 + 0,45 + 0,018 + 5,1 + 0,2 + 10 + 3,2 + 11,9 = 64,916$  km

**Vrijeme:**  $5 + 5 + 6 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 3 + 7 + 1 + 1 + 9 + 4 + 2 + 1 + 1 + 1 + 7 + 1 + 14 + 5 + 21 = 101$  min = 1 h 41 min

**Stara ruta:** Pekom – Trški Vrh (A) – Radoboj (Tr) – Radoboj (S) – Radoboj (T) – Gornja Šemnica (G) – Mihovljan (K) – Mihovljan (T) – Mihovljan (N) – Sv. Križ Začretje (S) – Sv. Križ Začretje (M) – Sv. Križ Začretje (D) – Sv. Križ Začretje (K) – Švaljkovec – Donja Šemnica (G) – Gornja Pačetina (S) – Lepajci (T) – Jazvine (T) – Radobojski Bregi (S) – Radoboj (H1) – Radoboj (H2) – Mihovljan (P) – Kuzminec (P) – Pekom

**Kilometri:** 70,82 km

**Vrijeme:** 1 h 55 min



**Slika 93 Nova ruta – Radoboj, Mihovljan**

## 4.2.13.6 Linija Đurmanec

Tablica 102 Matrica udaljenosti – Đurmanec

km	Pekom	D. Jesenje	Putkovec	Đurmanec (K)	Hromec (S)	Hum na Sutli (K)	D. Macelj	G. Macelj
<b>Pekom</b>	-	10,6	8,9	5,5	9,1	20	9,5	12
<b>D. Jesenje</b>		-	8,5	5,3	8,8	19,7	9,2	11,4
<b>Putkovec</b>			-	3,4	5,6	16,5	7,3	10
<b>Đurmanec (K)</b>				-	3,7	14,6	4	6,8
<b>Hromec (S)</b>					-	10,9	7,6	10,2
<b>Hum na Sutli (K)</b>						-	18,5	21,1
<b>D. Macelj</b>							-	2,7
<b>G. Macelj</b>								-

Tablica 103 Vremenska matrica – Đurmanec

min	Pekom	D. Jesenje	Putkovec	Đurmanec (K)	Hromec (S)	Hum na Sutli (K)	D. Macelj	G. Macelj
<b>Pekom</b>	-	18	13	8	12	25	12	18
<b>D. Jesenje</b>		-	14	9	13	25	13	16
<b>Putkovec</b>			-	6	7	19	9	15
<b>Đurmanec (K)</b>					4	17	4	10
<b>Hromec (S)</b>					-	12	8	14
<b>Hum na Sutli (K)</b>						-	20	22
<b>D. Macelj</b>							-	4
<b>G. Macelj</b>								-

Tablica 104 Matrica ušteda – Đurmanec

UŠTEDE/km	Pekom	D. Jesenje	Putkovec	Đurmanec (K)	Hromec (S)	Hum na Sutli (K)	D. Macelj	G. Macelj
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>D. Jesenje</b>		-	11	10,8	10,9	10,9	10,9	11,2
<b>Putkovec</b>			-	11	12,4	12,4	11,1	10,9
<b>Đurmanec (K)</b>				-	10,9	10,9	11	10,7
<b>Hromec (S)</b>					-	18,2	11	10,9
<b>Hum na Sutli (K)</b>						-	11	10,9
<b>D. Macelj</b>							-	18,8
<b>G. Macelj</b>								-

**Poredak ušteda:**

- Hromec (S) – Hum na Sutli (K) = 18,2 km
- Putkovec – Hromec (S) = 12,4 km
- Putkovec – Donje Jesenje = 11 km
- Đurmanec (K) – Hum na Sutli (K) = 10,9 km

**PRODAJA:**

- Gornji Macelj – Donji Macelj = 18,8 km
- Gornji Macelj – Donje Jesenje = 11,2 km

**Nova ruta:** Pekom – Đurmanec (K) – Hum na Sutli (K) – Hromec (S) – Putkovec – Donje Jesenje – Gornji Macelj – Donji Macelj – Pekom

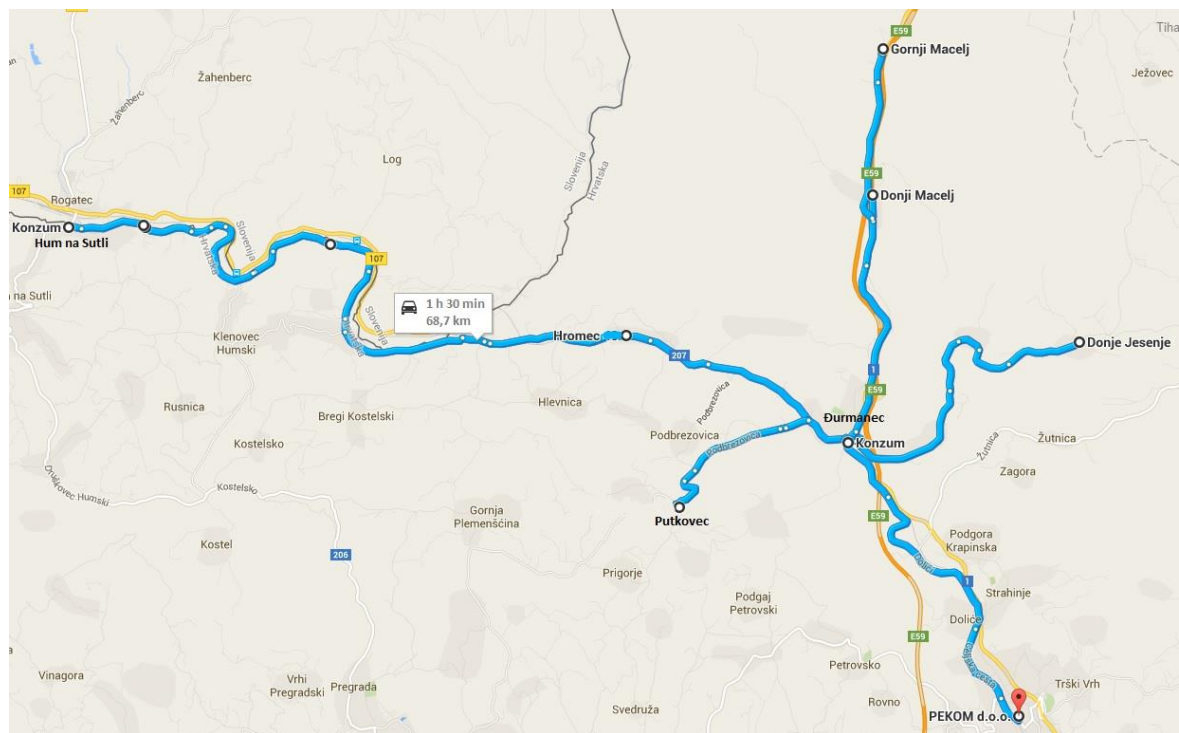
**Kilometri:**  $5,5 + 14,6 + 10,9 + 5,6 + 8,5 + 11,4 + 2,7 + 9,5 = 68,7$  km

**Vrijeme:**  $8 + 17 + 12 + 7 + 14 + 16 + 4 + 12 = 90$  min = 1 h 30 min

**Stara ruta:** Donje Jesenje – Putkovec – Đurmanec (K) – Hromec (S) – Hum na Sutli (K) – Donji Macelj – Gornji Macelj – Pekom

**Kilometri:** 70,3 km

**Vrijeme:** 1 h 37 min



**Slika 94 Nova ruta – Krapina, Đurmanec**

### 4.3 Prijedlog poboljšanja linija dostave

Tablica 105 Usporedba

<i>Linije</i>	<i>Stara ruta</i>		<i>Nova ruta</i>		<i>UŠTEDA</i>	
	<b>Kilometri</b>	<b>Vrijeme</b>	<b>Kilometri</b>	<b>Vrijeme</b>	<b>Kilometri</b>	<b>Vrijeme</b>
<i>Putkovec - prvi dio</i>	81,3	1 h 49 min	73,5	1 h 44 min	9,6 %	4,587 %
<i>Putkovec - drugi dio</i>	41,2	1 h 8 min	38,55	1 h 2 min	6,432 %	8,823 %
<i>Đurmanec</i>	97,8	2 h 12 min	98	2 h 16 min	-	-
<i>Jesenje</i>	125,8	3 h	116,4	2 h 52 min	7,472 %	4,44 %
<i>Krapina jug - prvi dio</i>	3,8	10 min	3,79	8 min	-	-
<i>Krapina jug - drugi dio</i>	12,32	31 min	9,34	23 min	24,2 %	25,8 %
<i>Krapina jug - treći dio</i>	28,6	48 min	27,5	52 min	3,85 %	-
<i>Krapina jug - četvrti dio</i>	63,01	1 h 25 min	63,01	1 h 25 min	-	-
<i>Radoboj</i>	46,71	1 h 15 min	48,98	1 h 19 min	-	-
<i>Pregrada</i>	48	1 h 25 min	39,654	1 h 13 min	17,38 %	14,12 %
<i>Radoboj, Mihovljan, Macelj - prvi dio</i>	25,6	45 min	25,7	46 min	-	-
<i>Radoboj, Mihovljan, Macelj - drugi dio</i>	66,35	1 h 49 min	64	1 h 45 min	3,54 %	3,67 %
<i>Krapinske Toplice - prvi dio</i>	30,75	56 min	27,87	59 min	9,37 %	5,1%
<i>Krapinske Toplice - drugi dio</i>	39	1 h 4 min	39	1 h 4 min	-	-
<i>Krapina</i>	43	1 h 30 min	36,468	1 h 18 min	15,2 %	13,3 %
<i>Sv. Križ Začretje</i>	114,7	2 h 42 min	115,59	2 h 51 min	-	-
<i>Desinić</i>	68,95	1 h 55 min	57,15	1 h 37 min	17,1 %	15,65 %
<i>Krapina prodaja</i>	45,1	1 h 21 min	36,09	1 h 8 min	19,98 %	4,22 %



Tablica 106 Usporedba – linije nedjeljom

<b>NEDJELJA</b>						
<b>Linije</b>	<b>Stara ruta</b>		<b>Nova ruta</b>		<b>UŠTEDA %</b>	
	<b>Kilometri</b>	<b>Vrijeme</b>	<b>Kilometri</b>	<b>Vrijeme</b>	<b>Kilometri</b>	<b>Vrijeme</b>
<i>Putkovec, Sv. Križ Začretje</i>	128	2 h 42 min	133,45	2 h 29 min	-	8,02 %
<i>Krapina, Krapina jug</i>	42,55	1 h 31 min	40,94	1 h 12 min	3,8 %	20,88 %
<i>Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada</i>	85,23	2 h 6 min	70,747	1 h 52 min	11,82 %	11,11 %
<i>Krapina, Jesenje, Krapinske Toplice</i>	91	2 h 18 min	84,6	1 h 46 min	7,03 %	23,2 %
<i>Radoboj, Mihovljan</i>	70,82	1 h 55 min	64,916	1 h 41 min	8,34%	12,17 %
<i>Đurmanec</i>	70,3	1 h 37 min	68,7	1 h 30 min	2,27 %	7,2 %

U tablicama 105 i 106 prikazane su usporedbe između starih i novih ruta, te postotak koji smo uštedjeli. Može se uočiti da na nekim linijama nemamo ušteda, a to su linije Đurmanec, Krapina jug – prvi dio, Krapina jug – četvrti dio, Radoboj, linija Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio, Krapinske Toplice - drugi dio i Sv. Križ Začretje. U linijama Đurmanec i Krapina jug – prvi dio redoslijed posjećivanja lokacija je drugačiji ali je ukupna duljina rute ostala ista. Linija Krapina jug – četvrti dio jednaka je početnoj ruti jer je dobiven isti redoslijed posjećivanja lokacija, a isti je slučaj i sa linijom Krapinske Toplice – drugi dio. Sljedeća linija gdje nemamo uštedu je Radoboj koja je lošija od početne rute za 2 km i 4 min, ali u njoj je, u odnosu na staru rutu, potpuno odvojena prodaja od dostave. U liniji Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio dobiven je različit redoslijed posjećivanja lokacija ali nema promjene u duljini rute. Lošija ruta dobivena je za liniju Sv. Križ Začretje ali ta razlika nije velika, samo 0,9 km, a vrijeme potrebno za obilazak rute se povećalo za 9 minuta.

Najveća ušteda dobivena je za rutu Krapina jug – drugi dio i iznosi 24,2%, ali kada spojimo sva četiri dijela linije Krapina jug dobijemo ukupnu uštedu od 4,3% u odnosu na staru rutu. Većina dobivenih ušteda u svim linijama je između 3 – 10 %, ali iz tablica uočavamo da imamo linija gdje smo pomoću Clark i Wright algoritma uštedjeli preko 15%. Tako u liniji Pregrada imamo uštedu od 17,38 % u liniji Krapina 15,2 %, u liniji Desinić 17,1% i Liniji Krapina prodaja 19,98% za ukupnu duljinu rute.

Primjenom Clark i Wright algoritma ušteda dobili smo poboljšanja u odnosu na početne rute. Sve linije koje poduzeće trenutno koristi nemaju loš redoslijed posjećivanja lokacija i primjenom ovog algoritma smo to i pokazali jer smo u nekim rutama dobili jednak redoslijed posjećivanja lokacija, dok je u većini ruta redoslijed posjećivanja lokacija sličan ali uz neke razlike i pomoću tih razlika su dobivene uštede i poboljšanja. Kod samog slaganja matrica udaljenosti pazili smo da su sve prometnice koje povezuju različite lokacije u dobrom stanju i da s njima dobivamo minimalne udaljenosti i vrijeme između pojedinih lokacija.

Poduzeće ne mora mijenjati sve linije, ali poželjno bi bilo da se izmjene linije Pregrada, Krapina, Desinić i Krapina prodaja, a od linija nedjeljom da se izmjene linija Desinić, Krapinske Toplice, Pregrada i linija Radoboj, Mihovljan s obzirom da su tu uštede najveće.

#### 4.4 Poboljšanje promjenama lokacija po linijama dostave

U prošlom poglavlju primjenom Clark i Wright algoritma dobili smo poboljšanja u linijama dostave. Redoslijed posjećivanja lokacija se promijenio u većini linija, a u nekim je redoslijed posjećivanja lokacija ostao isti kao npr. u liniji Krapinske Toplice – drugi dio i u liniji Krapina jug – četvrti dio.

Ako bolje promotrimo linije možemo uočiti da se određene lokacije ponavljaju ili se nalaze na istom geografskom području. Najveće preklapanje lokacija je kod linija Đurmanec i Putkovec – drugi dio. Ako bi spojili ove linije bilo bi poželjno da potpuno odvojimo dostavu od prodaje. Vozilo bi prvo obavljalo dostavu, vratilo se u poduzeće na utovar te bi slijedila prodaja, i na kraju uzimanje sanduka po trgovinama koji spada u liniju Đurmanec. Na ovaj način pripojili bi liniju Putkovec – drugi dio liniji Đurmanec koja bi se tada sastojala od tri dijela (dostava, prodaja i uzimanje sanduka po trgovinama) a ne dva kao do sada. Na samom početku napraviti ćemo nove matrice udaljenosti, vremenske matrice i matrice ušteda, i generirati ćemo nove rute i na temelju rezultata vidjeti da li je spajanje uspješno.

Osim linija Đurmanec i Putkovec spojiti ćemo liniju Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio s linijom Krapina jug – treći dio, jer i jedna i druga linija prolaze kroz Mihovljan i Radoboj. Napraviti ćemo još dva spajanja a to su : Krapinske Toplice – prvi dio i Desinić, te Krapinske Toplice – drugi dio i Krapina prodaja. Na ovaj način izgubili bi liniju Krapinske Toplice jer ćemo njezine lokacije pripojiti linijama Desinić i Krapina prodaja. U ova dva spajanja nema ponavljanja lokacija (osim lokacije Krapinski Vidovec), ali same udaljenosti između pojedinih lokacija neće biti veće od 25 km.

#### 4.4.1 Spajanje linija Putkovec – drugi dio i Đurmanec

U ovom spajanju prvo krećemo s izradom matrica koje će obuhvaćati lokacije vezane uz dostavu. Ukupno je devet lokacija a to su: OŠ Podgora, „Kod Žarka“, Trgovina Nenad Belošević, Đurmanec (Konzum i Trgocentar), Hromec (Strahinjčica), Lupinjak (Lupincommerce), Hum na Sutli (Konzum), Ravninsko (Konjić Danica) i Donje Jesenje (Trgovina Artić).

**Tablica 107** Matrica udaljenosti – Putkovec, Đurmanec

km	Pekom	Podgora	"Kod Žarka"	Trg. Nenad	Đurmanec (K,T)	Hromec (S)	Lupinjak	Hum na Sutli	Ravninsko (D)	Donje Jesenje (D)
<b>Pekom</b>	-	3,1	6,8	8,9	5,5	9,1	13	20	7,3	10,7
<b>Podgora</b>		-	4,1	6,2	2,9	6,4	10,3	17,4	4,1	7,5
<b>"Kod Žarka"</b>			-	2,2	1,3	3,5	7,4	14,4	3,1	6,4
<b>Trg. Nenad</b>				-	3,4	5,6	9,5	16,5	5,2	8,5
<b>Đurmanec (K,T)</b>					-	3,7	7,6	14,6	1,9	5,2
<b>Hromec (S)</b>						-	3,9	10,9	5,4	8,8
<b>Lupinjak</b>							-	7	9,3	12,7
<b>Hum na Sutli</b>								-	16,3	19,7
<b>Ravninsko (D)</b>									-	3,4
<b>Donje Jesenje (D)</b>										-

Tablica 108 Vremenska matrica – Putkovec, Đurmanec

min	Pekom	Podgora	"Kod Žarka"	Trg. Nenad	Đurmanec (K,T)	Hromec (S)	Lupinjak	Hum na Sutli	Ravninsko (D)	Donje Jesenje (D)
<b>Pekom</b>	-	6	11	14	8	12	16	25	11	17
<b>Podgora</b>		-	7	9	4	10	16	26	9	14
<b>"Kod Žarka"</b>			-	4	3	5	9	16	6	11
<b>Trg. Nenad</b>				-	6	7	11	19	8	14
<b>Đurmanec (K,T)</b>					-	4	8	17	3	9
<b>Hromec (S)</b>						-	4	12	7	13
<b>Lupinjak</b>							-	8	11	17
<b>Hum na Sutli</b>								-	19	25
<b>Ravninsko (D)</b>									-	6
<b>Donje Jesenje (D)</b>										-

Tablica 109 Matrica ušteda – Putkovec, Đurmanec

UŠTEDE/km	Pekom	Podgora	"Kod Žarka"	Trg. Nenad	Đurmanec (K,T)	Hromec (S)	Lupinjak	Hum na Sutli	Ravninsko (D)	Donje Jesenje (D)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Podgora</b>		-	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	5,7	6,3	6,3
<b>"Kod Žarka"</b>			-	13,5	11	12,4	12,4	12,4	11	11,1
<b>Trg. Nenad</b>				-	11	12,4	12,4	12,4	11	11,1
<b>Đurmanec (K,T)</b>					-	10,9	10,9	10,9	10,9	11
<b>Hromec (S)</b>						-	18,2	18,2	11	11
<b>Lupinjak</b>							-	26	11	11
<b>Hum na Sutli</b>								-	11	11
<b>Ravninsko (D)</b>									-	14,6
<b>Donje Jesenje (D)</b>										-

**Poredak ušteda:**

- Lupinjak – Hum na Sutli (K) = 26 km
- Hromec (S) – Lupinjak = 18,2 km
- Ravninsko (D) – Donje Jesenje (D) = 14,6 km
- Trgovina Nenad – „Kod Žarka“ = 13,5 km
- „Kod Žarka“ – Hromec (S) = 12,4 km
- Trgovina Nenad – Donje Jesenje (D) = 11,1 km
- Đurmanec (K, T) – Hum na Sutli (K) = 10,9 km
- OŠ Podgora – Ravninsko (D) = 6,3 km

**Dobivena ruta:** Pekom – Đurmanec (K) – Hum na Sutli (K) – Lupinjak – Hromec – „Kod Žarka“ – Trgovina Nenad – Donje Jesenje – Ravninsko – OŠ Podgora – Pekom

**Kilometri:**  $5,5 + 14,6 + 7 + 3,9 + 3,5 + 2,2 + 8,5 + 3,4 + 4,1 + 3,1 = 55,8$  km

**Vrijeme:**  $8 + 17 + 8 + 4 + 5 + 4 + 14 + 6 + 9 + 6 = 81$  min = 1 h 21 min

Kako smo spomenuli na početku poglavlja vozilo će se nakon obavljene dostave vratiti u početnu lokaciju (Pekom) i obaviti utovar potreban za prodaju, a nakon što posjeti zadnju lokaciju vezane uz prodaju krenuti će posjetiti lokacije u kojima je potrebno uzimanje sanduka, a to su Hum na Sutli, Lupinjak i Đurmanec i nakon toga vraća se u poduzeće.

**Tablica 110** Matrica udaljenosti za prodaju – Putkovec, Đurmanec

km	Pekom	Koprivnica Zagorska	Ravninsko	Lukovčak	G. Podbrezovica	D. Podbrezovica	Božićev Breg	Hromec	Jezerišće	Prigorje	Putkovec	Goričanovec	Donji Macelj	OŠ Đurmanec
<b>Pekom</b>	-	8,8	6,9	9,1	8,7	7,3	3,5	8,9	9,7	11,2	9,8	8,9	9,5	6
<b>Koprivnica Zagorska</b>		-	2,4	6,9	6,4	5,1	6,6	6,7	7,5	9	7,6	7,6	7,4	3,8
<b>Ravninsko</b>			-	4,9	4,5	3,1	4,5	4,7	5,6	7,1	5,6	5,7	5,4	1,9
<b>Lukovčak</b>				-	2,8	4	6,9	2,2	3,1	7,9	6,5	6,5	4,1	3,1
<b>G. Podbrezovica</b>					-	1,4	5,2	2,6	1	3,3	2,5	2,5	7,1	2,7
<b>D. Podbrezovica</b>						-	6,4	3,8	2,3	3,3	2,5	2,5	5,8	1,3
<b>Božićev Breg</b>							-	6,8	7,3	8,3	7,3	7,6	6,8	4
<b>Hromec</b>								-	1,7	7,7	6,3	6,3	7,3	2,8

<b>Jezerišće</b>									-	8,6	7,1	7,2	8,2	3,7
<b>Prigorje</b>										-	2	1,9	9,7	5,2
<b>Putkovec</b>											-	2	8,2	3,7
<b>Goričanovec</b>												-	7,5	3,8
<b>Donji Macelj</b>													-	4,2
<b>OŠ Đurmanec</b>														-

Tablica 111 Vremenska matrica za prodaju – Putkovec, Đurmanec

min	Pekom	Koprivnica Zagorska	Ravninsko	Lukovčak	G. Podbrezovica	D. Podbrezovica	Božićev Breg	Hromec	Jezerišće	Prigorje	Putkovec	Goričanovec	Donji Macelj	OŠ Đurmanec
<b>Pekom</b>	-	14	11	13	13	11	8	12	15	17	15	14	12	9
<b>Koprivnica Zagorska</b>		-	4	11	10	8	13	9	12	14	12	12	10	6
<b>Ravninsko</b>			-	8	7	5	9	6	9	10	8	9	7	3
<b>Lukovčak</b>				-	6	7	14	4	6	12	10	11	7	5
<b>G. Podbrezovica</b>					-	2	10	5	2	6	5	5	9	4
<b>D. Podbrezovica</b>						-	11	4	4	6	4	4	7	1
<b>Božićev Breg</b>							-	9	13	18	13	17	10	8
<b>Hromec</b>								-	3	10	8	8	8	3
<b>Jezerišće</b>									-	12	11	11	10	5
<b>Prigorje</b>										-	4	4	13	8
<b>Putkovec</b>											-	4	12	6
<b>Goričanovec</b>												-	12	7
<b>Donji Macelj</b>													-	6
<b>OŠ Đurmanec</b>														-

Tablica 112 Matrica ušteda za prodaju – Putkovec, Đurmanec

UŠTEDE/km	Pekom	Koprivnica Zagorska	Ravninsko	Lukovčak	G. Podbrezovica	D. Podbrezovica	Božičev Breg	Hromec	Jezerišće	Prigorje	Putkovec	Goričanovec	Donji Macelj	OŠ Đurmanec
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Koprivnica Zagorska</b>		-	13,3	11	11,1	11	5,7	11	11	11	11	10,1	10,9	11
<b>Ravninsko</b>			-	11,1	11,1	11,1	5,9	11,1	11	11	11,1	10,1	11	11
<b>Lukovčak</b>				-	15	12,4	5,7	15,8	15,7	12,4	12,4	11,5	14,5	12
<b>G. Podbrezovica</b>					-	14,6	7	15	17,4	16,6	16	15,1	11,1	12
<b>D. Podbrezovica</b>						-	4,4	12,4	14,7	15,2	14,6	13,7	11	12
<b>Božičev Breg</b>							-	5,6	5,9	6,4	6	4,8	6,2	5,5
<b>Hromec</b>								-	16,9	12,4	12,4	11,5	11,1	12,1
<b>Jezerišće</b>									-	12,3	12,4	11,4	11	12
<b>Prigorje</b>										-	19	18,2	11	12
<b>Putkovec</b>											-	16,7	11,1	12,1
<b>Goričanovec</b>												-	10,9	11,1
<b>Donji Macelj</b>													-	11,3
<b>OŠ Đurmanec</b>														-



**Poredak ušteda:**

- Prigorje – Putkovec = 19 km
- Prigorje – Goričanovec = 18,2 km
- Jezerišće – Gornja Podbrezovica = 17,4 km
- Hromec – Jezerišće = 16,9 km
- Gornja Podbrezovica – Putkovec = 16 km
- Lukovčak – Hromec = 15,8 km
- Lukovčak – Donji Macelj = 14,5 km
- Donja Podbrezovica – Goričanovec = 13,7 km
- Koprivnica Zagorska – Ravninsko = 13,3 km
- Oš Đurmanec – Donja Podbrezovica = 12 km
- Ravninsko – Donji Macelj = 11 km
- Koprivnica Zagorska – Božićev Breg = 5,7 km

---

**Uzimanje sanduka:**

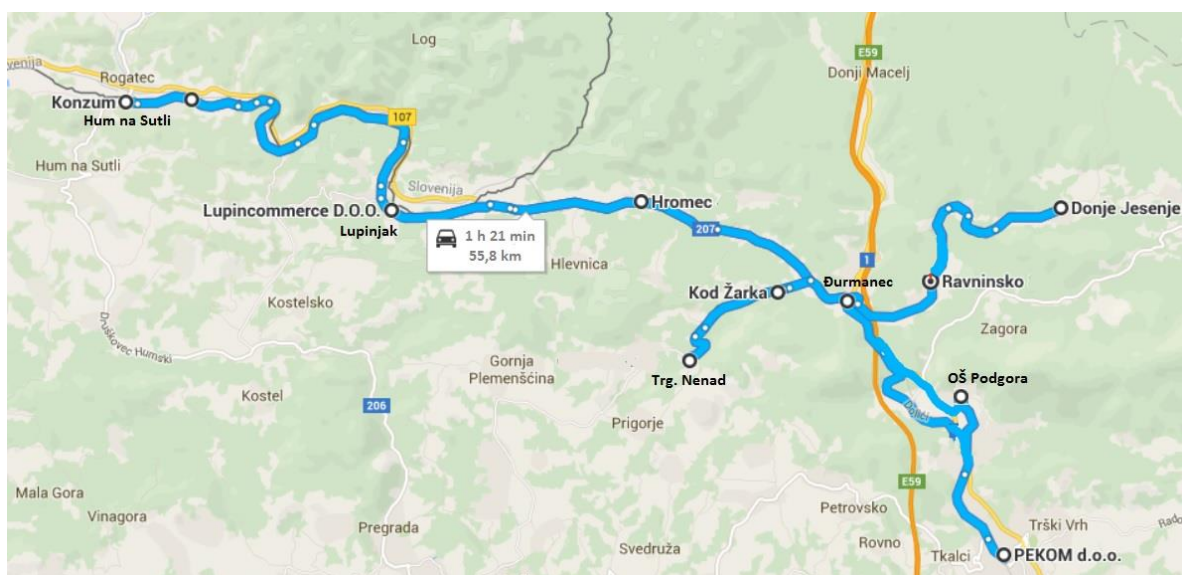
- Lupinjak – Hum = 26 km
- Đurmanec – Lupinjak = 10,9 km
- Đurmanec (K,T) – Oš Đurmanec = 10,9 km (Tablica 23)

**Dobivena ruta:** Pekom – Božićev Breg – Ravninsko – Koprivnica Zagorska – Donji Macelj – Lukovčak – Hromec – Jezerišće – Gornja Podbrezovica – Putkovec – Prigorje – Goričanovec – Donja Podbrezovica – Oš Đurmanec – Đurmanec (K, T) – Lupinjak – Hum na Sutli (K) – Pekom

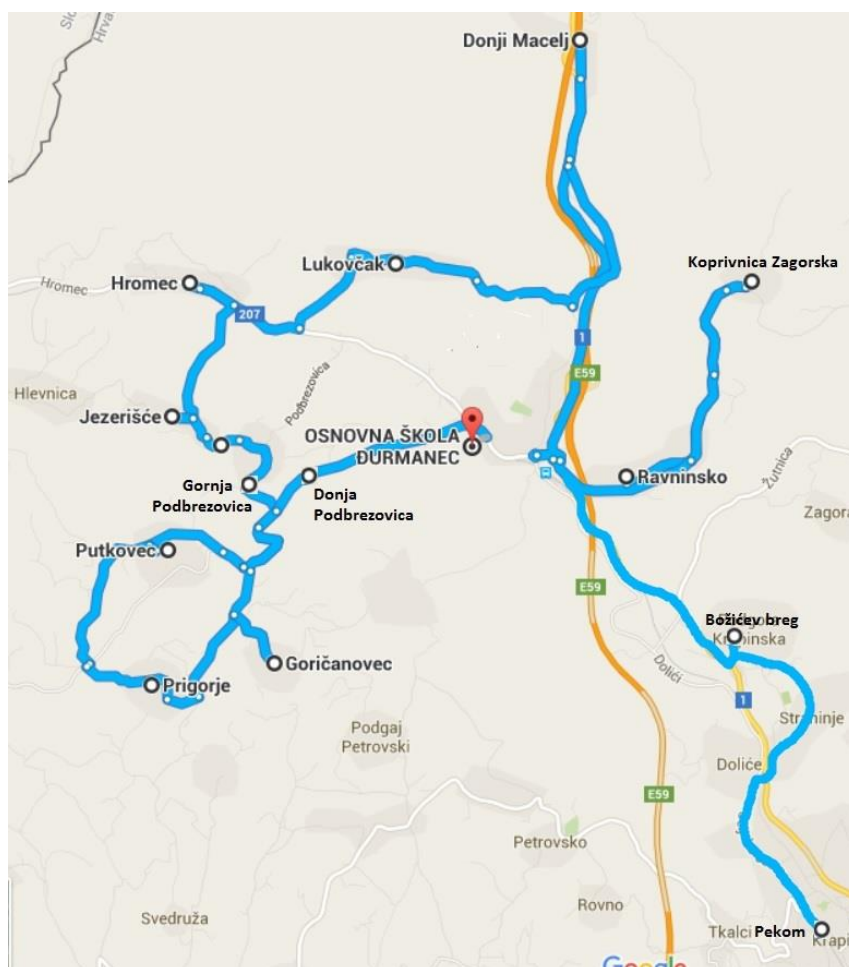
**Kilometri:**  $3,5 + 4,5 + 2,6 + 7,4 + 4,1 + 2,2 + 1,7 + 1 + 2,5 + 2 + 1,9 + 2,5 + 1,3 + 0,6 + 7,6 + 7 + 20 = 72,2$  km

**Vrijeme:**  $8 + 9 + 4 + 10 + 7 + 4 + 3 + 2 + 5 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 8 + 8 + 25 = 107$  min = 1 h 47 min

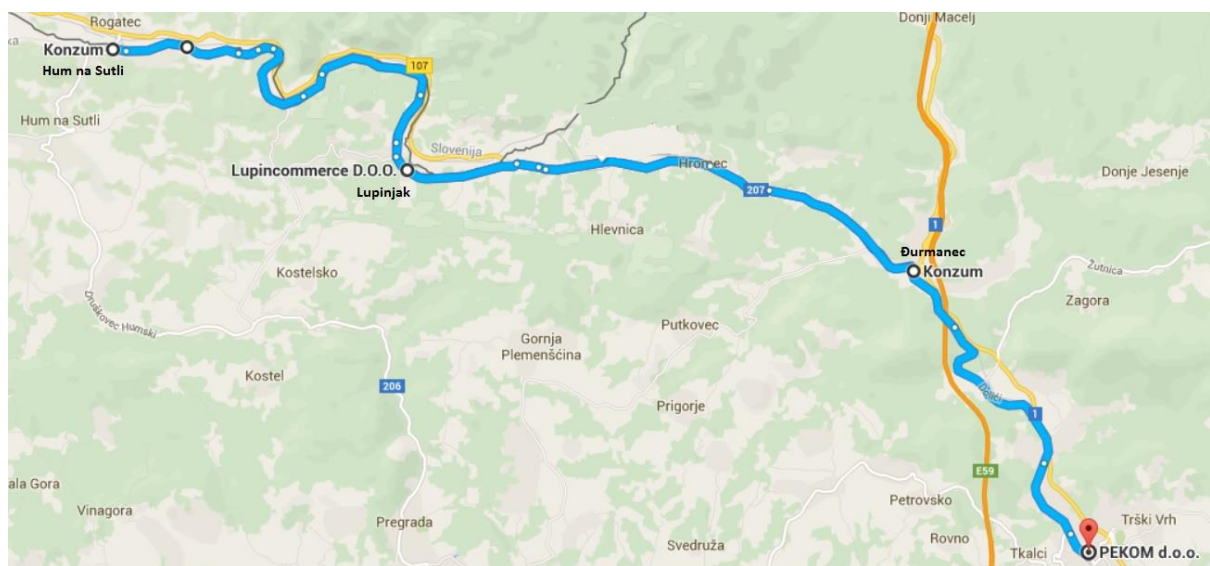
Sada kada smo dobili rute možemo vidjeti kolika nam je promjena u odnosu na postojeće rute. Kada zbrojimo dostavu i prodaju dobivamo ukupno **128 km** i vrijeme od **3 h i 8 min**. U postojećim rutama zbrajanjem linija Putkovec – drugi dio i Đurmanec dobivamo sumu od **139 km** i vrijeme **3 h i 20 min**. Spajanjem ove dvije linije ušteda bi bila 7,9%.



Slika 95 Putkovec, Durmanec - dostava



Slika 96 Putkovec, Durmanec - prodaja



**Slika 97 Putkovec, Đurmanec – uzimanje sanduka po trgovinama**

#### 4.4.2 Spajanje linija Krapinske Toplice – prvi dio i Desinić

Tablica je podijeljena u dva dijela, prvi dio sadrži lokacije iz linije Krapinske Toplice jer su sve lokacije vezane samo uz dostavu, dok se linija Desinić sastoji od dostave i prodaje. Vozilo će prvo posjetiti sve lokacije koje se odnose na dostavu, a zatim slijedi prodaja po lokacijama Gornja Svedruža, Donja Svedruža, Benkovo, Štuparje, Rovno i Petrovsko.

Tablica 113 Matrica udaljenosti – Krapinske Toplice, Desinić

km	Pekom	Kr. Toplice (S)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	Kr. Toplice (Kusttura)	Kr. Toplice (Vrtić)	OŠ Kr. Toplice	Kr. Toplice (T1)	Kr. Toplice (T2)	OŠ Škarićevo	TIM promet	Pregrada (Kiosk)	Desinić (K)	Desinić (S)	Svetojurski Vrh	Pregrada (Hohnjec)	G. Svedruža	Benkovo	Štuparje	Rovno	Petrovsko	D. Svedruža
<b>Pekom</b>	-	13,3	13,8	14,6	15,1	14	14	13,7	13,6	5,4	5,9	15,8	23,5	22,5	11	14,1	9,3	9,8	7,2	3,5	3,9	9,5
<b>Kr. Toplice (S)</b>		-	0,65	1,4	2	0,85	0,85	0,4	0,29	5,4	6	12,6	21,1	20,2	8,7	10,7	12,1	9,3	9,1	11,1	11,8	9,8
<b>Kr. Toplice (K1)</b>			-	0,75	1,4	0,26	0,26	0,12	0,23	5,8	6,4	12	20,4	19,5	8,1	10	11,5	8,6	8,4	11,6	12,1	9,1
<b>Kr. Toplice (K2)</b>				-	2,2	1	1	0,7	0,8	6,6	7,2	11,2	19,7	18,8	7,4	9,3	10,7	7,9	7,7	12,3	11,3	8,1
<b>Kr. Toplice (Kusttura)</b>					-	1,1	1,1	1,5	1,6	7,2	7,8	13,5	22	21	9,6	11,6	13	10,2	9,9	14,6	13,6	10,7
<b>Kr. Toplice (Vrtić)</b>						-	0	0,4	0,5	6	6,6	12,2	20,7	19,7	8,3	10,3	11,7	8,9	8,6	13,3	12,3	9,4
<b>OŠ Kr. Toplice</b>							-	0,4	0,5	6	6,6	12,2	20,7	19,7	8,3	10,3	11,7	8,9	8,6	13,3	12,3	9,4
<b>Kr. Toplice (T1)</b>								-	0,11	5,7	6,3	11,9	20,4	19,4	8	10	11,5	8,7	8,4	12,9	12,1	9
<b>Kr. Toplice (T2)</b>									-	5,6	6,2	12	20,5	19,5	8,1	10,1	11,6	8,8	8,5	13	12,2	9,1
<b>OŠ Škarićevo</b>										-	0,65	12,2	20,7	19,7	8,3	10,3	9,1	6,3	7	7,5	6,5	7,5

TIM promet										-	11,7	20,2	19,2	7,8	9,8	8,6	5,8	6,4	6,8	5,8	7,2
Pregrada (Kiosk)										-	-	9,2	8,3	5,9	1,9	8,2	6,6	7,8	12,8	12,1	7,1
Desinić (K)												-	0,95	14,3	10,4	16,7	15,1	16,3	21,3	20,5	15,7
Desinić (S)													-	13,4	9,4	15,7	14,1	15,3	20,3	19,5	14,7
Svetojurski Vrh														-	4	5	2,6	3,8	8,4	7,5	3,2
Pregrada (Hohnjec)															-	6,3	4,7	5,9	10,5	9,5	5,2
G. Svedruža																-	3,8	3,9	6,4	5,7	1,9
Benkovo																	-	2,6	7,2	6,3	2
Štuparje																		-	4,6	3,7	2
Rovno																			-	1	6,4
Petrovsko																				-	5,7
D. Svedruža																					-

Tablica 114 Vremenska matrica – Krapinske Toplice, Desinić

min	Pekom	Kr. Toplice (S)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	Kr. Toplice (Kusttura)	Kr. Toplice (Vrtić)	OŠ Kr. Toplice	Kr. Toplice (T1)	Kr. Toplice (T2)	OŠ Škarićevo	TIM promet	Pregrada (Kiosk)	Desinić (K)	Desinić (S)	Svetojurski Vrh	Pregrada (Hohnjec)	G. Svedruža	Benkovo	Štuparje	Rovno	Petrovsko	D. Svedruža
<b>Pekom</b>	-	20	20	22	23	21	21	20	20	12	13	24	36	34	20	22	15	16	12	7	7	15
<b>Kr. Toplice (S)</b>		-	2	3	5	2	2	1	1	10	11	15	28	26	12	12	17	12	13	21	21	15
<b>Kr. Toplice (K1)</b>			-	2	3	1	1	1	1	10	12	14	26	24	10	10	15	10	11	21	17	13
<b>Kr. Toplice (K2)</b>				-	5	3	3	2	2	13	14	13	25	24	10	10	15	10	10	19	16	11
<b>Kr. Toplice (Kusttura)</b>					-	2	2	3	4	13	14	16	28	27	13	13	17	13	13	22	19	15
<b>Kr. Toplice (Vrtić)</b>						-	0	1	1	11	12	14	27	25	11	11	16	11	12	20	17	13
<b>OŠ Kr. Toplice</b>							-	1	1	11	12	14	27	25	11	11	16	11	12	20	17	13
<b>Kr. Toplice (T1)</b>								-	1	11	12	14	26	24	10	11	16	11	11	20	17	13
<b>Kr. Toplice (T2)</b>									-	10	12	14	26	24	10	11	16	11	11	20	17	13
<b>OŠ Škarićevo</b>										-	1	17	30	28	14	14	17	13	11	13	11	13
<b>TIM promet</b>											-	16	29	27	13	13	16	12	9	12	10	12
<b>Pregrada (Kiosk)</b>												-	14	13	9	4	12	10	13	18	17	11
<b>Desinić (K)</b>													-	1	21	16	24	22	24	30	29	23
<b>Desinić (S)</b>														-	19	14	23	21	23	29	27	22
<b>Svetojurski Vrh</b>															-	6	11	6	9	17	15	7
<b>Pregrada (Hohnjec)</b>																-	9	7	9	18	15	7
<b>G. Svedruža</b>																	-	8	8	11	10	4

Benkovo																		-	5	14	11	4
Štuparje																		-	9	6	3	
Rovno																				-	3	11
Petrovsko																					-	9
D. Svedruža																						-

Tablica 115 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, Desinić

UŠTEDE/km	Pekom	Kr. Toplice (S)	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	Kr. Toplice (Kusttura)	Kr. Toplice (Vrtić)	OŠ Kr. Toplice	Kr. Toplice (T1)	Kr. Toplice (T2)	OŠ Škarićevo	TIM promet	Pregrada (Kiosk)	Desinić (K)	Desinić (S)	Svetojurski Vrh	Pregrada (Hohnjec)	G. Svedruža	Benkovo	Štuparje	Rovno	Petrovsko	D. Svedruža
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Kr. Toplice (S)</b>		-	26,45	26,5	26,4	26,45	26,45	26,6	26,61	13,3	13,2	16,5	15,7	15,6	15,6	16,7	10,5	13,8	11,4	5,7	5,4	13
<b>Kr. Toplice (K1)</b>			-	27,65	27,5	27,54	27,54	27,38	27,17	13,4	13,3	17,6	16,9	16,8	16,7	17,9	11,6	15	12,6	5,7	5,6	14,2
<b>Kr. Toplice (K2)</b>				-	27,5	27,6	27,6	27,6	27,4	13,4	13,3	19,2	18,4	18,3	18,2	19,4	13,2	16,5	14,1	5,8	7,2	16
<b>Kr. Toplice (Kusttura)</b>					-	28	28	27,3	27,1	13,3	13,2	17,4	16,6	16,6	16,5	17,6	11,4	14,7	12,4	4	5,4	13,9
<b>Kr. Toplice (Vrtić)</b>						-	28	27,3	27,1	13,4	13,3	17,6	16,8	16,8	16,7	17,8	11,6	14,9	12,6	4,2	5,6	14,1
<b>OŠ Kr. Toplice</b>							-	27,3	27,1	13,4	13,3	17,6	16,8	16,8	16,7	17,8	11,6	14,9	12,6	4,2	5,6	14,1
<b>Kr. Toplice (T1)</b>								-	27,19	13,4	13,3	17,6	16,8	16,8	16,7	17,8	11,5	14,8	12,5	4,3	5,5	14,2
<b>Kr. Toplice (T2)</b>									-	13,4	13,3	17,4	16,6	16,6	16,5	17,6	11,3	14,6	12,3	4,1	5,3	14
<b>OŠ Škarićevo</b>										-	10,65	9	8,2	8,2	8,1	9,2	5,6	8,9	5,6	1,4	2,8	7,4
<b>TIM promet</b>											-	10	9,2	9,2	9,1	10,2	6,6	9,9	6,7	2,6	4	8,2

<b>Pregrada (Kiosk)</b>													-	30,1	30	20,9	28	16,9	19	15,2	6,5	7,6	18,2
<b>Desinić (K)</b>														-	45,05	20,2	27,2	16,1	18,2	14,4	5,7	6,9	17,3
<b>Desinić (S)</b>															-	20,1	27,2	16,1	18,2	14,4	5,7	6,9	17,3
<b>Svetojurski Vrh</b>																-	21,1	15,3	18,2	14,4	6,1	7,4	17,3
<b>Pregrada (Hohnjec)</b>																	-	17,1	19,2	15,4	7,1	8,5	18,4
<b>G. Svedruža</b>																		-	15,3	12,6	6,4	7,5	16,9
<b>Benkovo</b>																			-	14,4	6,1	7,4	17,3
<b>Štuparje</b>																				-	6,1	7,4	14,7
<b>Rovno</b>																					-	6,4	6,6
<b>Petrovsko</b>																						-	7,7
<b>D. Svedruža</b>																							-

**Poredak ušteda:**

- Desinić (K) – Desinić (S) = 45,05 km
- Pregrada (Kiosk) – Desinić (K9) = 30,1 km
- Pregrada (Kiosk) – Pregrada (Hohnjec) = 28 km
- Krapinske Toplice (Kustura) – OŠ i Dječji vrtić = 28 km
- Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (K2) = 27,65 km
- Krapinske Toplice (K2) – OŠ i Dječji vrtić = 27,6 km
- Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (T1) = 27,38 km
- Krapinske Toplice (T1) – Krapinske Toplice (T2) = 27,19 km
- Krapinske Toplice (S) – Krapinske Toplice (T2) = 26,61 km



- Pregrada (hohnjec) – Krapinske Toplice (Kustura) = 17,6 km
  - Krapinske Toplice (S) – OŠ Škarićevo = 13,3 km
  - OŠ Škarićevo – TIM Promet = 10,65 km
- 

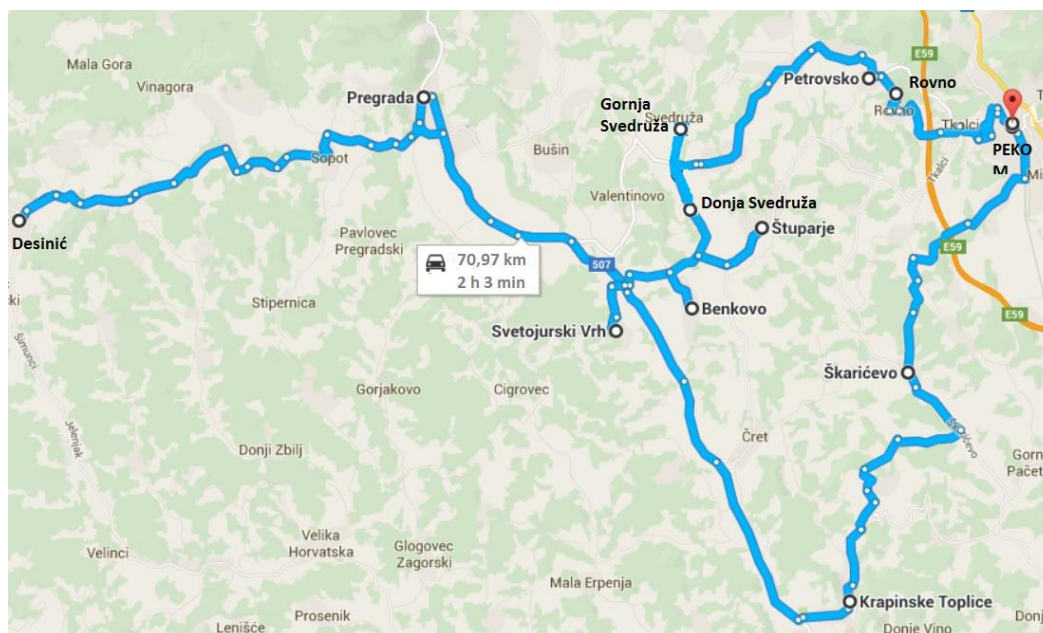
**PRODAJA:**

- Desinić (S) – Svetojurski vrh = 20,1 km
- Svetojurski Vrh – Benkovo = 18,2 km
- Benkovo – Donja Svedruža = 17,3 km
- Donja Svedruža – Gornja Svedruža = 16,9 km
- Gornja Svedruža – Štuparje = 12,6 km
- Štuparje – Petrovsko = 7,4 km
- Rovno – Petrovsko = 6,4 km

**Dobivena ruta:** Pekom – TIM Promet – OŠ Škarićevo – Krapinske Toplice (S) – Krapinske Toplice (T2) – Krapinske Toplice (T1) – Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (K2) – Krapinske Toplice (OŠ i Dječji vrtić) – Krapinske Toplice (Kustura) – Pregrada (Hohnjec) – Pregrada (Kiosk) – Desinić (K) – Desinić (S) – Svetojurski Vrh – Benkovo – Donja Svedruža – Gornja Svedruža – Štuparje – Petrovsko – Rovno – Pekom.

**Kilometri:**  $5,9 + 0,65 + 5,4 + 0,29 + 0,11 + 0,12 + 0,75 + 1 + 1,1 + 11,6 + 1,9 + 9,2 + 0,95 + 13,4 + 2,6 + 2 + 1,9 + 3,9 + 3,7 + 1 + 3,5 = 70,97$  km

**Vrijeme:**  $13 + 1 + 10 + 1 + 1 + 1 + 2 + 3 + 2 + 13 + 4 + 14 + 1 + 19 + 6 + 4 + 4 + 8 + 6 + 3 + 7 = 123$  min = 2h 3 min



Slika 98 Krapinske Toplice, Desinić

Spajanjem linija Krapinske Toplice – prvi dio i Desinić dobili smo rutu duljine **70,97 km** s vremenom potrebnim za obilazak rute u iznosu od **2 h i 3 min**. Kada zbrojimo trenutno stanje, tj. početne rute koje iznose 30,75 km za Krapinske Toplice i 68,95 km za Desinić dobivamo sumu od 99,7 km. Spajanjem ovih linija imali bi uštedu od 28,8%, i ovo bi spajanje bilo poželjno. Ako se i sljedeće spajanje pokaže dobrim (Krapinske Toplice – drugi dio i Krapina prodaja), tada bi trebalo promijeniti te linije i provesti spajanje čime bi eliminirali liniju Krapinske Toplice.

#### 4.4.3 Spajanje linija Krapinske Toplice – drugi dio i Krapina prodaja

Kod linija Krapinske Toplice – drugi dio i Krapina prodaja dolazi do ponavljanja jedne od lokacija a to je Krapinski Vidovec. Nju ne ćemo stavljati dva puta nego ćemo ju uvrstiti u tablicu samo jedanput, jer je svrha spajanja da poništimo ponavljajuće lokacije. Udaljenosti između lokacija ne prelaze 15 km jer se one nalaze na istom geografskom području i samim spajanjem ovih dviju linija trebali bi dobiti uštedu. Kod formiranja ruta prvo paziti ćemo da prvo obavimo dostavu po lokacijama Krapinske Toplice (Konzum), Lepajci ( Trgocenter), Gornja Pačetina (Strahinjčica), OŠ Lepajci i Štuparje.

Tablica 116 Matrica udaljenosti – Krapinske Toplice, Krapina prodaja

km	Pekom	Kr. Vidovec	Pretkovec	Štuparje	Čret	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	G. Pačetina (P)	D. Šemnica	Lepajci (T)	OŠ Lepajci	G. Pačetina (S)	Pristava Krapinska	Šabac	Tklaci	Mihaljekov Jarek	Popovci	Velika Ves	Pekel	Pustodol Začretni
<b>Pekom</b>	-	3,5	4,5	6,5	11	13,8	14,6	7,3	8,6	6,2	5,6	6,2	4,1	1,9	1,5	1,6	3,8	4,6	6,2	11,7
<b>Kr. Vidovec</b>		-	2,4	6	6,2	8,9	9,7	3,4	8,3	4,7	5,1	4,5	3	3,5	4,2	4,1	4,3	5,2	5,8	10,7
<b>Pretkovec</b>			-	4	8,5	8,3	9,5	4,6	9,5	5,9	6,3	5,7	4,2	3,3	2,2	4,4	5,5	6,4	6,6	11,9
<b>Štuparje</b>				-	4,4	9,1	8,4	8,5	13,4	10,4	10,8	10,2	8,8	6,4	5,3	8,7	10,1	10,9	11,3	15,9
<b>Čret</b>					-	4,6	3,9	6,6	17	7,8	8,2	7,6	8	8,5	7,6	9	9,3	9,2	8,7	12,1
<b>Kr. Toplice (K1)</b>						-	0,75	6,5	11,4	7,8	8,1	7,5	9,4	11,4	10,3	12,6	10,3	9,1	8,6	8,5
<b>Kr. Toplice (K2)</b>							-	7,3	12,1	8,5	8,9	8,3	10,2	13,3	12,2	13,4	11	9,9	9,4	9,3
<b>G. Pačetina (P)</b>								-	4,9	1,3	1,7	1,1	4,1	7	6,7	6,1	3,8	2,7	2,1	7,3

<b>D. Šemnica</b>									-	3,7	3,2	3,8	6,4	9,9	10	7,4	5,1	3,9	2,8	7,3
<b>Lepajci (T)</b>										-	0,5	0,19	3,2	6,7	7,6	5	2,7	1,5	1,3	6,1
<b>OŠ Lepajci</b>											-	0,6	3,6	6,2	7,1	4,5	2,2	1	0,7	6
<b>G. Pačetina (S)</b>												-	3	6,8	7,7	5,1	2,7	1,6	1,3	6,2
<b>Pristava Krapinska</b>													-	3,7	3,8	2,9	1,6	2,5	3,9	9,5
<b>Šabac</b>														-	1,3	2,8	4,9	5,8	7,2	12,8
<b>Tklaci</b>															-	3	5,2	6,1	7,5	13,1
<b>Mihaljekov Jarek</b>																-	2,7	3,5	4,9	10,5
<b>Popovci</b>																	-	1,3	2,6	8,2
<b>Velika Ves</b>																		-	1,5	7
<b>Pekel</b>																			-	6,8
<b>Pustodol Začretski</b>																				-

Tablica 117 Vremenska matrica – Krapinske Toplice, Krapina prodaja

min	Pekom	Kr. Vidovec	Pretkovec	Štuparje	Čret	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	G. Pačetina (P)	D. Šemnica	Lepajci (T)	OŠ Lepajci	G. Pačetina (S)	Pristava Krapinska	Šabac	Tklaci	Mihaljekov Jarek	Popovci	Velika Ves	Pekel	Pustodol Začretski
<b>Pekom</b>	-	7	10	11	17	20	22	11	14	10	9	10	8	5	4	4	7	8	10	17
<b>Kr. Vidovec</b>		-	5	10	12	17	18	6	14	8	8	7	6	7	8	8	8	9	10	16
<b>Pretkovec</b>			-	7	12	15	15	8	16	11	11	10	8	6	5	9	10	11	12	19
<b>Štuparje</b>				-	6	12	11	13	21	17	17	16	14	10	8	14	17	17	18	24

<b>Čret</b>					-	6	5	11	26	13	13	12	15	16	15	18	18	15	14	20
<b>Kr. Toplice (K1)</b>						-	2	9	16	11	12	11	15	21	13	18	14	13	13	15
<b>Kr. Toplice (K2)</b>							-	11	19	13	14	13	17	21	20	20	16	15	15	17
<b>G. Pačetina (P)</b>								-	7	2	2	1	6	13	12	8	5	4	3	10
<b>D. Šemnica</b>									-	6	5	6	10	16	16	11	7	6	4	10
<b>Lepajci (T)</b>										-	2	1	6	12	13	7	4	3	3	9
<b>OŠ Lepajci</b>											-	2	6	10	12	6	3	1	1	8
<b>G. Pačetina (S)</b>												-	5	11	13	7	4	2	3	9
<b>Pristava Krapinska</b>													-	7	9	5	4	4	6	13
<b>Šabac</b>														-	4	7	9	10	12	19
<b>Tklaci</b>															-	8	10	10	13	20
<b>Mihaljekov Jarek</b>																-	5	5	7	14
<b>Popovci</b>																	-	2	4	11
<b>Velika Ves</b>																		-	2	9
<b>Pekel</b>																			-	10
<b>Pustodol Začreški</b>																				-

Tablica 118 Matrica ušteda – Krapinske Toplice, Krapina prodaja

UŠTEDE/km	Pekom	Kr. Vidovec	Pretkovec	Štuparje	Čret	Kr. Toplice (K1)	Kr. Toplice (K2)	G. Pačetina (P)	D. Šemnica	Lepajci (T)	OŠ Lepajci	G. Pačetina (S)	Pristava Krapinska	Šabac	Tklaci	Mihaljekov Jarek	Popovci	Velika Ves	Pekel	Pustodol Začretski
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Kr. Vidovec</b>		-	5,6	4	8,3	8,4	8,4	7,4	3,8	5	4	5,2	4,6	1,9	0,8	1	3	2,9	3,9	4,5
<b>Pretkovec</b>			-	7	7	10	9,6	7,2	3,6	4,8	3,8	5	4,4	3,1	3,8	1,7	2,8	2,7	4,1	4,3
<b>Štuparje</b>				-	13,1	11,2	12,7	5,3	1,7	2,3	1,3	2,5	1,8	2	2,7	-0,6	0,2	0,2	1,4	2,3
<b>Čret</b>					-	20,2	21,7	11,7	2,6	9,4	8,4	9,6	7,1	4,4	4,9	3,6	5,5	6,4	8,5	10,6
<b>Kr. Toplice (K1)</b>						-	27,65	14,6	11	12,2	11,3	12,5	8,5	4,3	5	2,8	7,3	9,3	11,4	17
<b>Kr. Toplice (K2)</b>							-	14,6	11,1	12,3	11,3	12,5	8,5	3,2	3,9	2,8	7,4	9,3	11,4	17
<b>G. Pačetina (P)</b>								-	11	12,2	11,2	12,4	7,3	2,2	2,1	2,8	7,3	9,2	11,4	11,7
<b>D. Šemnica</b>									-	11,1	11	11	6,3	0,6	0,1	2,8	7,3	9,3	12	13
<b>Lepajci (T)</b>										-	11,3	12,21	7,1	1,4	0,1	2,8	7,3	9,3	11,1	11,8
<b>OŠ Lepajci</b>											-	11,2	6,1	1,3	0	2,7	7,2	9,2	11,1	11,3
<b>G. Pačetina (S)</b>												-	7,3	1,3	0	2,7	7,3	9,2	11,1	11,7
<b>Pristava Krapinska</b>													-	2,3	1,8	2,8	6,3	6,2	6,4	6,3
<b>Šabac</b>														-	2,1	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8
<b>Tklaci</b>															-	0,1	0,1	0	0,2	0,1
<b>Mihaljekov Jarek</b>																-	2,7	2,7	2,9	2,8
<b>Popovci</b>																	-	7,1	7,4	7,3

<b>Velika Ves</b>																		-	9,3	9,3
<b>Pekel</b>																		-	11,1	
<b>Pustodol Začretski</b>																				-

**Poredak ušteda:**

- Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (K2) = 27,65 km
- Lepajci (T) – Gornja Pačetina (S) = 12,21 km
- Krapinske Toplice (K2) – Štuparje = 12,7 km
- Krapinske Toplice (K1) – Gornja Pačetina (S) = 12,5 km
- Lepajci (T) – OŠ Lepajci = 11,3 km

**PRODAJA:**

- Štuparje – Čret = 13,1 km
- Pustodol Začretski – Donaj Šemnica = 13 km
- Donja Šemnica – Pekel = 12 km
- Čret – Gornja Pačetina (P) = 11,7 km
- Gornja Pačetina (P) – Pustodol Začretski = 11,7 km
- Pekel – Velika Ves = 9,3 km

- Popovci – Velika Ves = 7,1 km
- Pristava Krapinska – Popovci = 6,3 km
- Vidovec Krapinski – Pretkovec = 5,6 km
- Vidovec Krapinski – Pristava Krapinska = 4,6 km
- Pretkovec – Tkalci = 3,8 km
- Šabac – Tkalci = 2,1 km
- Šabac – Mihaljekov Jarek = 0,7 km

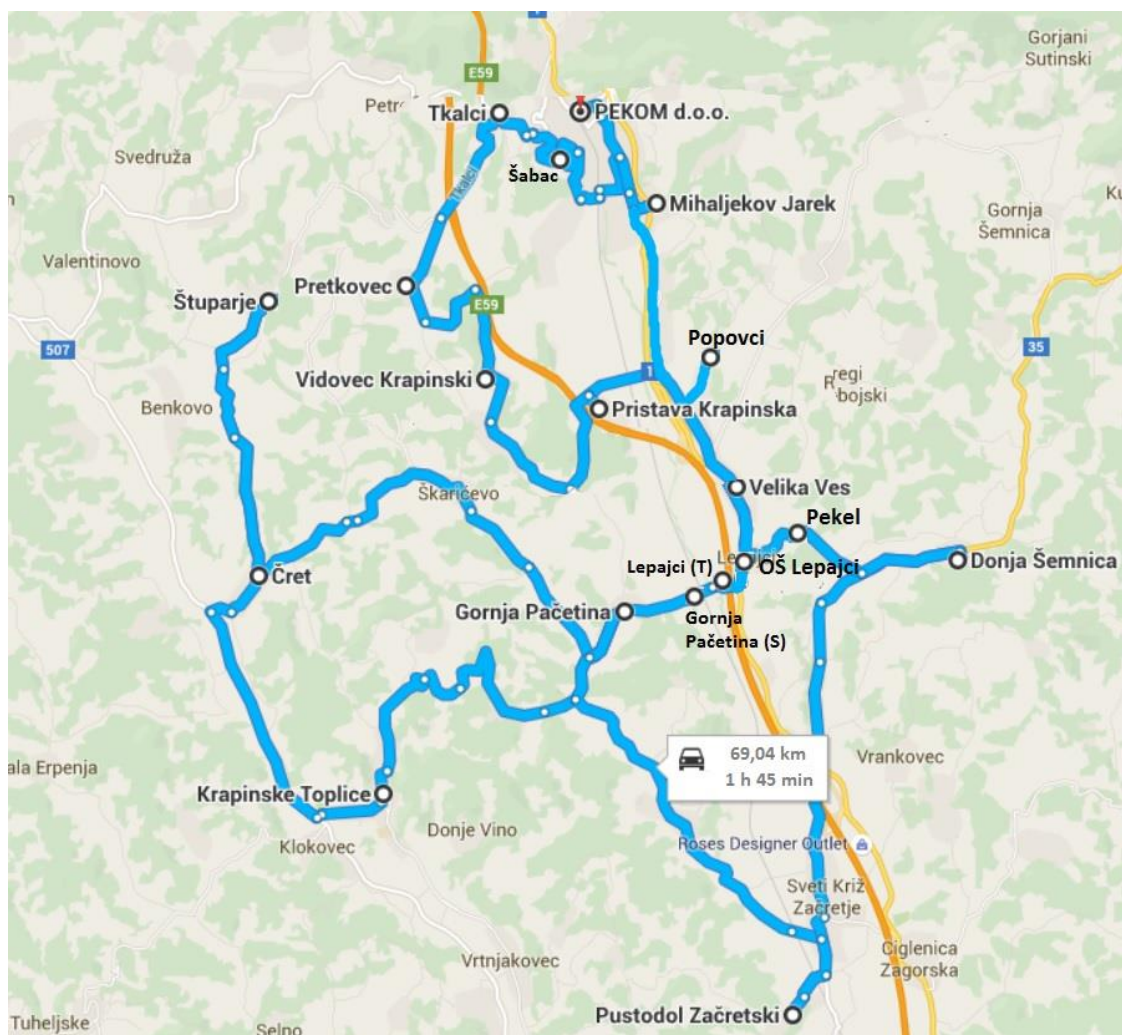
**Dobivena ruta:** Pekom – OŠ Lepajci – Lepajci (T) – Gornja Pačetina (S) Krapinske Toplice (K1) – Krapinske Toplice (K2) – Štuparje – Čret – Gornja Pačetina (P) – Pustodol Začretski – Donja Šemnica – Pekel – Velika Ves – Popovci – Pristava Krapinska – Vidovec Krapinski – Pretkovec – Tkalci Šabac – Mihaljekov Jarek – Pekom

**Kilometri:**  $5,6 + 0,5 + 0,19 + 7,5 + 0,75 + 8,4 + 4,4 + 6,6 + 7,3 + 7,3 + 2,8 + 1,57 + 1,3 + 1,6 + 3 + 2,4 + 2,2 + 1,3 + 2,8 + 1,6 = 69,04$  km

**Vrijeme:**  $9 + 2 + 1 + 11 + 2 + 11 + 6 + 11 + 10 + 10 + 4 + 2 + 2 + 4 + 6 + 5 + 4 + 7 + 4 = 105$  min = 1 h 45 min

Kao i u prethodnim spajanjima zbrojit ćemo kilometre iz početnih ruta. Za Krapinske Toplice – prvi dio ukupna duljina rute je 39 km, a za liniju Krapina prodaja je 45,1 km, i njihovim zbrojem dobivamo sumu od 84,1 km. Ovim spajanjem dobili smo uštedu od 17,8%, i dokazali smo da se linija Krapinske Toplice može eliminirati ako se provede ovo spajanje i spajanje linija Krapinske Toplice – prvi dio i Desinić.





Slika 99 Krapinske Toplice, Krapina

#### 4.4.4 Spajanje linija Krapina jug – treći dio i Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio

Spajanjem ovih dviju linija želimo izbjeći ponavljanje, jer i jedna i druga ruta prolaze istim prometnicama, te se u jednoj i drugoj ruti moraju posjetiti lokacije Radoboj i Mihovljan. Na ovaj način pripojili bi liniju Krapina jug – treći dio liniji Radoboj, Mihovljan, Macelj koja bi zadržala svoja dva dijela samo bi prvi imao četiri dodatne lokacije, a Linija Krapina jug više ne bi imala četiri dijela kao do sad nego samo tri.

**Tablica 119** Matrica udaljenosti – Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj

km	Pekom	OŠ Radoboj	OŠ Mihovljan	KTC	NTL	Trški Vrh	Radoboj (T)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	G. Šemnica	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)
<b>Pekom</b>	-	5,2	12,2	2,1	0,8	1,7	5	5,6	5,1	7,3	12,3	12,2	12,1
<b>OŠ Radoboj</b>		-	7,2	7,3	5,7	3,5	0,19	0,65	0,094	2,1	7,1	7	6,9
<b>OŠ Mihovljan</b>			-	14,1	12,6	10,5	7,2	7,6	7,1	4,9	0,17	0,2	0,12
<b>KTC</b>				-	1,3	3,4	6,7	7,3	6,8	9	14	13,9	13,8
<b>NTL</b>					-	2,2	5,5	6	5,6	7,7	12,8	12,6	12,6
<b>Trški Vrh</b>						-	3,3	3,8	3,4	5,6	10,6	10,4	10,4
<b>Radoboj (T)</b>							-	0,5	0,1	2,3	7,3	7,1	7,1
<b>Radoboj (H1)</b>								-	0,55	2,7	7,7	7,6	7,5
<b>Radoboj (H2)</b>									-	2,2	7,2	7	7
<b>G. Šemnica</b>										-	5	4,9	4,8
<b>Mihovljan (K)</b>											-	0,13	0,22
<b>Mihovljan (T)</b>												-	0,12
<b>Mihovljan (N)</b>													-

Tablica 120 Vremenska matrica – Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj

min	Pekom	OŠ Radoboj	OŠ Mihovljan	KTC	NTL	Trški Vrh	Radoboj (T)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	G. Šemnica	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)
<b>Pekom</b>	-	11	22	6	2	6	11	12	11	14	21	21	21
<b>OŠ Radoboj</b>		-	10	12	11	5	1	2	1	3	9	9	9
<b>OŠ Mihovljan</b>			-	22	22	15	10	11	10	7	1	1	1
<b>KTC</b>				-	3	8	13	15	14	16	23	22	23
<b>NTL</b>					-	5	10	11	11	14	20	20	20
<b>Trški Vrh</b>						-	4	6	5	8	16	15	16
<b>Radoboj (T)</b>							-	1	1	3	11	11	11
<b>Radoboj (H1)</b>								-	1	4	12	12	12
<b>Radoboj (H2)</b>									-	3	10	10	10
<b>G. Šemnica</b>										-	7	7	8
<b>Mihovljan (K)</b>											-	1	1
<b>Mihovljan (T)</b>												-	1
<b>Mihovljan (N)</b>													-

Tablica 121 Matrica ušteda – Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj

UŠTEDE/km	Pekom	OŠ Radoboj	OŠ Mihovljan	KTC	NTL	Trški Vrh	Radoboj (T)	Radoboj (H1)	Radoboj (H2)	G. Šemnica	Mihovljan (K)	Mihovljan (T)	Mihovljan (N)
<b>Pekom</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>OŠ Radoboj</b>		-	10,2	0	0,3	3,4	10,01	10,15	10,206	10,4	10,4	10,4	10,4
<b>OŠ Mihovljan</b>			-	0,2	0,4	3,4	10	10,2	10,2	14,6	24,33	24,2	24,18
<b>KTC</b>				-	1,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>NTL</b>					-	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
<b>Trški Vrh</b>						-	3,4	3,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,4
<b>Radoboj (T)</b>							-	10,1	10	10	10	10,1	10
<b>Radoboj (H1)</b>								-	10,15	10,2	10,2	10,2	10,2
<b>Radoboj (H2)</b>									-	10,2	10,2	10,3	10,2
<b>G. Šemnica</b>										-	14,6	14,6	14,6
<b>Mihovljan (K)</b>											-	24,37	24,18
<b>Mihovljan (T)</b>												-	24,18
<b>Mihovljan (N)</b>													-

**Poredak ušteda:**

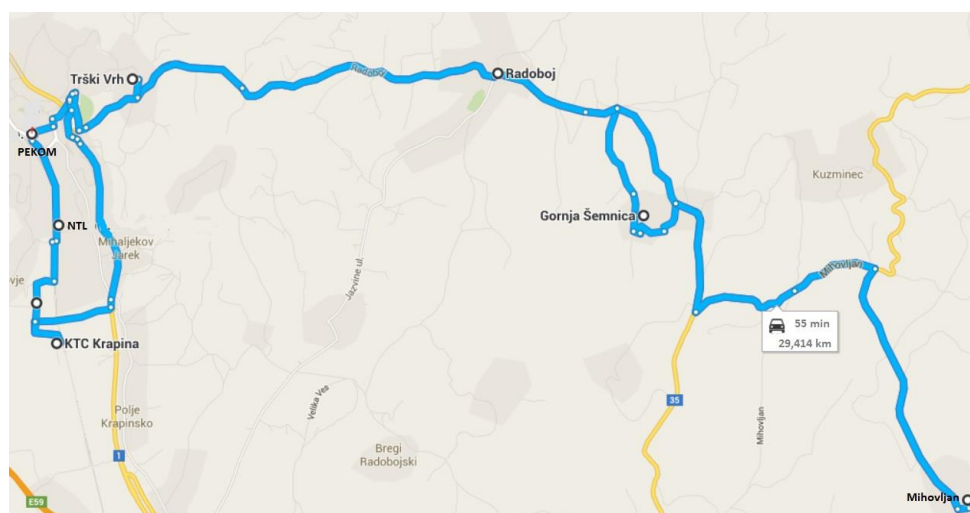
- Mihovljan (K) – Mihovljan (T) = 24,37 km
- OŠ Mihovljan – Mihovljan (K) = 24,33 km
- OŠ Mihovljan – Mihovljan (N) = 24,15 km
- Gornja Šemnica – Mihovljan (T) = 14,6 km
- OŠ Radoboj – Gornja Šemnica = 10,4 km
- Radoboj (H2) – OŠ Radoboj = 10,206 km
- Radoboj (H1) – Mihovljan (N) = 10,2 km
- Radoboj (H1) – Radoboj (T) = 10,1 km
- Radoboj (T) – Trški VRh = 3,4 km
- KTC – NTL = 1,6 km
- KTC – Trški Vrh = 0,4 km

**Dobivena ruta:** Pekom – Radoboj (H2) – OŠ Radoboj – Gornja Šemnica – Mihovljan (T) – Mihovljan (K) – OŠ Mihovljan – Mihovljan (N) – Radoboj (H1) – Radoboj (T) – Trški Vrg – KTC – NTL – Pekom

**Kilometri:**  $5,1 + 0,094 + 2,1 + 4,9 + 0,13 + 0,17 + 0,12 + 7,5 + 0,5 + 3,3 + 3,4 + 1,3 + 0,8 = 29,414$  km

**Vrijeme:**  $11 + 1 + 3 + 7 + 1 + 1 + 1 + 12 + 1 + 4 + 8 + 3 + 2 = 55$  min

Dobili smo rutu duljine 29,414 km, dok linija Krapina jug – treći dio ima duljinu rute 25,6 km, a linija Radoboj, Mihovljan, Macelj – prvi dio 28,6 km. Ako zbrojimo te dvije linije dobivamo sumu od 54,2 km i ovim bi spajanjem imali uštedu od 45,73 %.



**Slika 100 Krapina jug i Radoboj, Mihovljan, Macelj**

S poduzećem smo potvrdili da su ova spajanja moguća te da će vozilo imati dovoljno kapaciteta s obzirom da je sada broj lokacija u nekim linijama veći. Spajanje linija mogli smo riješiti i primjenom problema usmjeravanja vozila (VRP). U ovom slučaju bi malo drugačije pristupili problemu. Uzeli bi npr. dvije linije u kojima su lokacije na sličnom području i formirali bi sasvim nove rute s obzirom na kapacitet vozila, i ne bi promatrali samo prvi ili drugi dio neke linije, nego sve lokacije koje se nalaze u linijama. Tako bi npr. u prvom spajanju koje smo napravili uzeli u obzir sve lokacije koje se nalaze u liniji Putkovec, a ne samo jedan dio.

Za provedbu VRP-a dobar primjer bi bile linije Krapina, Krapina jug i Krapina prodaja jer se većina lokacija u tim linijama nalazi unutar grada Krapine ili u blizini grada, ali ima i nekih lokacija koje su na većim udaljenostima. Na početku bi se kao i kod rješavanja problema trgovačkog putnika napravila tablica s udaljenostima između lokacija, ali bi ona sadržavala i količinu proizvoda koju je potrebno dostaviti na pojedinu lokaciju. Izračunali bi uštede prema Clark i Wright algoritmu i formirali rute. Kada bi dodavanjem lokacija dosegнули kapacitet vozila tada bi ruta završila i vozilo bi se vratilo u početnu lokaciju. Na taj način formirale bi se i ostale rute dok vozilo ne posjeti sve lokacije. Kada bi imali formirane rute njih bi raspodijelili na tri vozila i stvorili bi nove linije. Kod VRP-a je bitno da svaka ruta počinje i završava u početnoj lokaciji, da nema ponavljanja lokacija unutar ruta i da količina dostavljenih proizvoda nije veća od kapaciteta vozila.

#### 4.5 Proračun troškova

Sva četiri spajanja koja smo proveli su bila uspješna i uspjeli smo dobiti nove uštede i dodatna poboljšanja. U tablici 122 prikazane su usporedbe ušteda u odnosu na trenutne linije. Duljine ruta prikazane u tablici odnose se na ukupan broj prijeđenih kilometara u svim linijama za jedan dan, bez nedjelje.

**Tablica 122 Usporedba novih i starih ruta**

	Kilometri	Vrijeme	Ušteda	
Stare rute	982	25 h 45 min	Kilometri	Vrijeme
Nove rute	871,612	24 h 43 min	11,24 %	4 %
Nove rute + spajanja	868,156	21 h 49 min	11,6 %	15,27 %

Što se tiče linija nedjeljom ukupna duljina rute za trenutne linije je 488 km i ukupno vrijeme je 12 h i 9 min, dok je u novim linijama vrijednost ukupne duljine puta 463,353 km, i vrijeme 10 h 30 min. Ušteda u ukupnoj duljini puta linija nedjeljom iznosi 5,05%, a vremenska ušteda je 21,81%. U linijama nedjeljom nismo provodili spajanje jer su one već spoj određenih linija.

Sada kada smo dobili poboljšanja u linijama dostave potrebno je vidjeti koliko bi poduzeće novčano uštedjelo ako bi se linije izmijenile. U desetom mjesecu ove godine poduzeće je imalo troškove plaćanja goriva u iznosu od 31 133,27 kuna za svih 12 vozila. Kod računanja ušteda ovu ćemo vrijednost zaokružiti na 30 000 kn mjesečno, i uzet ćemo da mjesec u prosjeku ima 30 dana.

U trenutnim linijama vozila dnevno prijeđu 982 km (tablica 122), osim u nedjelju kada je ta vrijednost 488 km. Ukupan broj kilometara tjedno iznosi :

$$(982 \times 6) + 488 = 6\,380 \text{ km}$$

Za nove linije ukupan broj kilometara tjedno iznosi:

$$(871,62 \times 6) + 463,353 = 5\,693,03 \text{ km}$$

Broj prijedanih kilometara mjesečno za trenutne linije:

$$\frac{30}{7} \times 6\,380 = 27\,342,86 \text{ km}$$

Broj prijedanih kilometara mjesečno za nove linije:

$$\frac{30}{7} \times 5\,693,03 = 24\,398,68 \text{ km}$$

Da bismo dobili vrijednost troškova koje bi poduzeće imalo mjesečno za nove linije, staviti ćemo u omjer cijenu i broj prijedanih kilometara mjesečno za trenutne i nove linije:

$$\frac{24\,398,68}{X} = \frac{27\,342,86}{30\,000}$$

$$27\,342,86 X = 731\,960\,357,1$$

$$X = 26\,769,71 \text{ kn}$$

Kada bi poduzeće promijenilo sve linije mjesečni bi trošak za gorivo bio 26 769,71 kn, tj. prosječno **3 230,29 kn** manje nego do sada. Dobivenu vrijednost pomnožimo sa 12 čime dobivamo godišnju uštedu od **38 763,48 kn**.

Ako bi se uvela i spajanja mjesečna ušteda bi se povećala na 3 327,8 kn i godišnja ušteda bi bila **39 933,54 kn**.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz prikaza svih linija dostave poduzeća Pekom d.o.o. Krapina vidljivo je koliko su proizvodi ovog poduzeća cijenjeni na području Krapinsko – zagorske županije i da postoji velik broj lokacija gdje dostavljaju svoje proizvode. Najviše dostave ima po trgovinama, od kojih su najčešće Konzum, Strahinjčica i Trgocentar, te neke manje trgovine u malim mjestima.

Provedbom Clark i Wright algoritma pokazali smo da trenutne linije nisu loše raspoređene ali da ima mjesta za poboljšanja. Najveće uštede dobili smo u linijama: Pregrada (17,38 %), Desinić (17,1 %), Krapina prodaja (19,98 %) i Krapina (15,2 %) te bi ove linije trebalo promijeniti. U nekim linijama, kao npr. u linijama Radoboj i Đurmanec, nismo uspjeli dobiti uštedu ali sama razlika u duljini rute nije bila veća od 2 km. Da bi dodatno povećali uštede odlučili smo provesti spajanja koja su se pokazala uspješnima. Kada bi se spajanja uzela u obzir tada bi izgubili liniju Krapinske Toplice a njene lokacije pripojili bi linijama Desinić i Krapina prodaja. Uz spajanja i primjenom Clark i Wright algoritma dobili smo ukupnu dnevnu uštedu 11,6 % za duljinu puta svih linija, a na vremenu smo uštedjeli 15,27 %. Kada bi se promijenile sve linije i uvela spajanja poduzeće bi godišnje uštedjelo oko 40 000 kn, a taj iznos nije zanemariv.

Iz rada možemo zaključiti da je za svako poduzeće bitno da ima dobro formiranu transportnu mrežu i da konstantno traži nova rješenja za optimizaciju. Ako bi željeli optimizirati cijelu transportnu mrežu bilo bi potrebno formirati nove rute i linije dostave. Za početak bi trebalo odrediti sva ograničenja: vrijeme dostave, duljinu rute i kapacitet. Kod formiranja novih ruta bilo bi potrebno više vremena jer se formira nova tablica koja bi sadržavala sve udaljenosti između svih lokacija. Zatim bi se na temelju izračunatih ušteda izradile nove rute ovisno o zadanim ograničenjima. Imali bi nekoliko kombinacija problema VRP-a: s ograničenjem vremena, ograničenjem rute te VRP s ograničenjem kapaciteta.

Kroz sam rad vidjeli smo da optimizacija u transportnim mrežama nije jednostavan i lagan zadatak te je potrebno određeno vrijeme za prikupljanje potrebnih podataka, izradu ruta i analizu.



## LITERATURA

- [1] Predavanja iz kolegija „Operacijska istraživanja I“, prof. G. Đukić
- [2] Pekom d.o.o. Krapina
- [3] <http://pekom.hr/>
- [4] <http://www.bakerperkins.com/bread/equipment/>
- [5] [http://www.termotehnika.hr/stranice/hr/proizvodi\\_hr.html](http://www.termotehnika.hr/stranice/hr/proizvodi_hr.html)
- [6] [http://www.kvasac.hr/tehnoloski\\_procesi.html](http://www.kvasac.hr/tehnoloski_procesi.html)
- [7] [http://www.lobbi.bg/media/SABOTIN\\_2\\_2.jpg](http://www.lobbi.bg/media/SABOTIN_2_2.jpg)
- [8] <http://www.tagliavini.com/images/macchine/formatrice-2-4.png>
- [9] Kozina, Drago: Krapinska vremena, Stega Tisak, Zagreb, 2013.
- [10] „Optimizacija prometnih procesa“, prof. dr. sc. Tonči Carić, Fakultet prometnih znanosti
- [11] <http://www.bernabe.dorronsoro.es/vrp/>
- [12] Wang, John: „Encyclopedia of Business Analytics and Optimization“, IGI Global, 2014.

## **PRILOZI**

### **I. CD-R disc**